Postverlagsort München

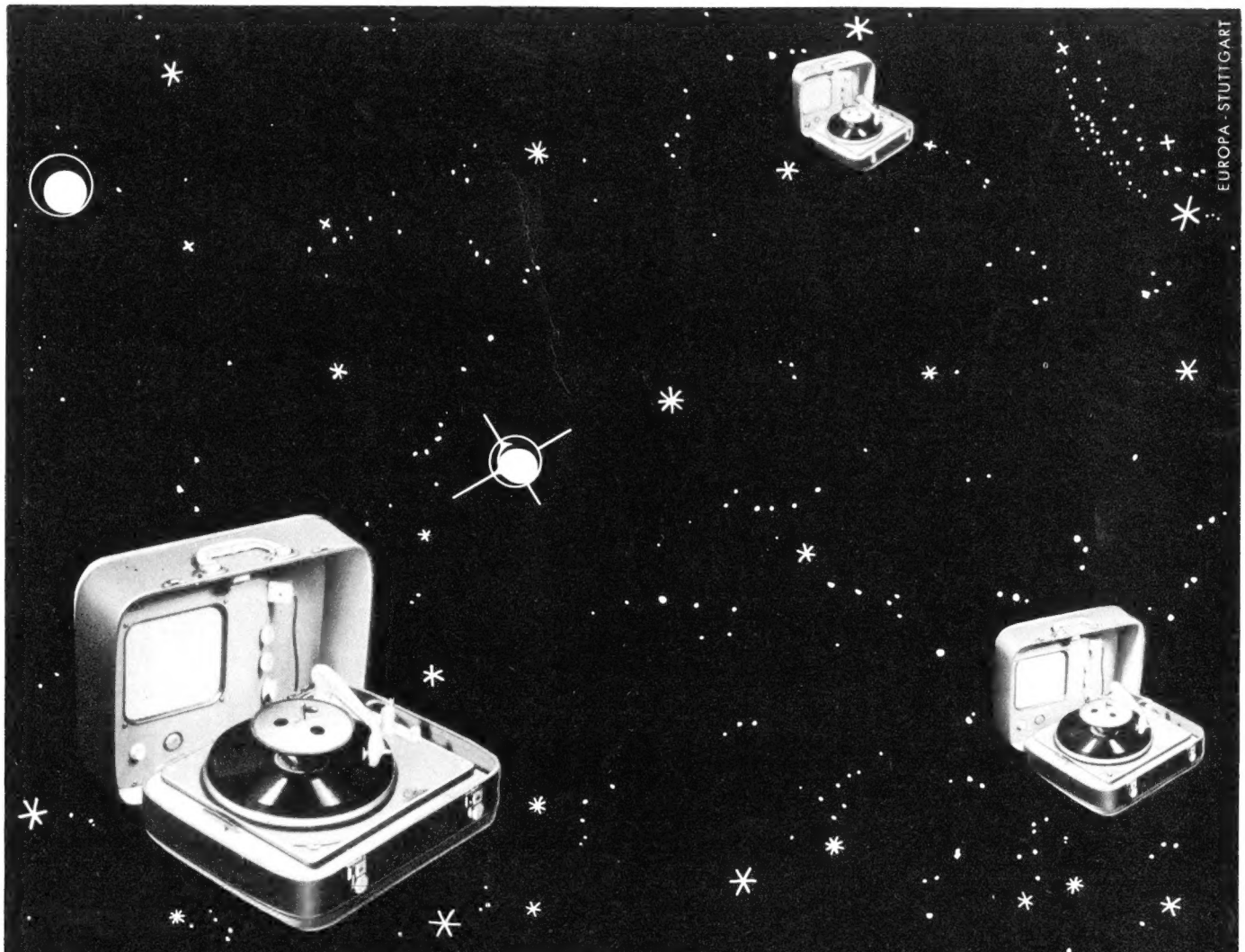
Funkschau

Vereinigt mit dem Radio-Magazin

MIT FERNSEH-TECHNIK, SCHALLPLATTE UND TONBAND

Umgang mit Thyratrons
Elektrostatische Lautsprecher
Von der Röhre zum Transistor
Amateur-Kurzwellenempfänger RX 57

1. DEZ.-HEFT **23** 1957
PREIS: 1.20 DM
mit Praktikerteil und Ingenieurseiten



Über eine Million REX-Plattenwechsler

sind bis heute von uns hergestellt worden.
Da Sie als Fachmann Ihren Kunden aufmerksam beraten,
haben Sie zu diesem Erfolg nicht unwesentlich beigetragen.
Wir wissen, daß Sie am REX besonders schätzen:
Die zweckmäßige und zuverlässige Konstruktion,
die kinderleichte Bedienung,
die erstklassige Wiedergabequalität,
die schonende Abtastung der Schallplatten am Außenrand,
wodurch die empfindlichen Tonrillen nicht berührt werden und
den einmaligen Vorteil, daß der Tonabnehmer
auch während des Wechselvorganges angehalten werden kann,
ohne daß dadurch eine Verstellung des Mechanismus eintritt.
Der so hervorragend bewährte Plattenwechsler REX
wird für Sie auch in Zukunft in steigendem Maße
ein interessanter Umsatzträger sein.

Perpetuum-Ebner St. Georgen/Schwarzwald

Plattenspieler - Plattenwechsler

RADIOGROSSHANDLUNG

HANS SEGER

REGENSBURG

Tel. 22080, Bruderwöhrdstraße 12

liefert schnell und zuverlässig:

- **Rundfunk- und Fernsehgeräte**
- **Musikschränke, Kombinationen**
- **Phono- und Tonbandgeräte**
- **Koffer- und Autosuper**

u. alles einschlägige Rundfunkmaterial u. Zubehör

Blaupunkt	**Saba**
Graetz	**Schaub-Lorenz**
Loewe Opta	**Siemens**
Nora	**Telefunken**
Philips	**Tonfunk**

Telefunken-Tonbandgeräte KL 35 / KL 65

Der Radio-Fachgroßhandel verkauft nur an den Radio-Fachhandel, seinen natürlichen Partner!

Fernseh-Service-Oszillograf EO/1/70

Vielseitig verwendbar in der HF-, NF- und Elektrotechnik. Vertikalaussteuerg.: 4 Hz - 4 MHz (Maximalverstärkg. 1500fach) Breitbandverstärker: Frequ.-Bereich 2 Hz - 2 MHz. Mit Bildröhre B7 S1 und 5 x ECC 81, 1 x EZ 80, 2 x StR 90/40

Zubehör: Lichtschutztubus mit Rast. sow. Meßkab. mit Tastkopf b. 10 MΩ, Pr. **DM 530.-**

„Libelle" Universal-Plattenspieler

Neuestes Modell 1957
4 Geschwindigkeiten:
16-33-45-78 Umdrehg.

Techn. Daten:
Wechselstrom 50 Hz, 110/220 V, Doppel-Kristall-Saphir-System, umschaltbar, Auflagedruck 5 gr. . . Preis **DM 49.50**

Kofferausführung in Kunstleder
Farben: braun, rot und pepita . . . . . **DM 59.50**

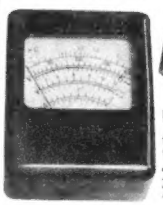
10-Plattenwechsler
mit Drucktastenschaltung (Start, Stop, Pause, Wiederholung) 4 tourig, mit Breitband Duplo-Kristall-System Markenfabrikat . . . . . **Sonderpreis DM 109.50**

15-Watt-Lorenz-Allzweckverstärker
mit Röhren u. 6 Monate Garantie, originalverpackt, statt DM 295.- . . . . . **Sonderpreis DM 129.50**

Fernseh-Bildröhren, fabrikneu mit Garantie, Markenfabrikat, 40er Schirm-∅ . . . . . **DM 75.-**
43er Schirm-∅ **DM 95.-**, 50er Schirm-∅ **DM 105.-**

Multiprüfer für Gleich- und Wechselstrom. Ein vielseit. verwendb. Taschenprüfinstrum. zum Messen v. Widerstand, Spannung und Stromstärke. Meßber.: 0...5 kΩ, 0...12 V, 0...400 V, 0...2 mA, m. Meßschnüren u. Prüfspitzen, fabrikn. mit Garantie.

▼ **DM 34.50**



Vielfachmesser I für Gleich- und Wechselstrom m. 24 Meßbereich., 333 Ω/V **DM 75.-**

Univers.-Meßger. für Gleich- und Wechselstrom mit 28 Meßbereichen, 20000 Ω/V **DM 99.50**

Verlang. Sie ausführl. Beschreib. u. techn. Unterlag. von

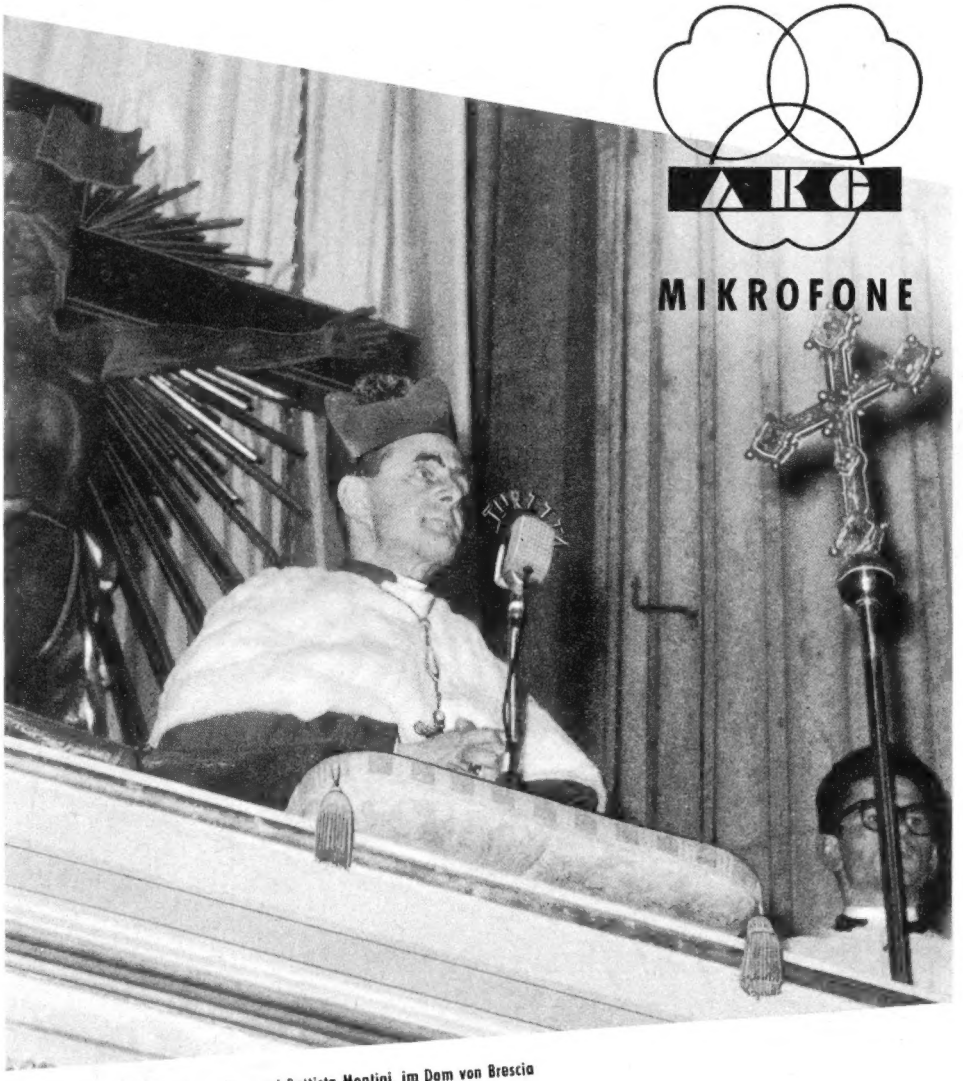
RADIO-FETT Spez.-Röhren und Meßgeräteversand

BERLIN-Charlottenburg 5, Kaiserdamm 6 u. Wundtstr. 15

IN ALLER WELT - FÜR JEDEN FALL

AKG

MIKROFONE



Der Erzbischof von Mailand, Dr. Giovanni Battista Montini, im Dom von Brescia

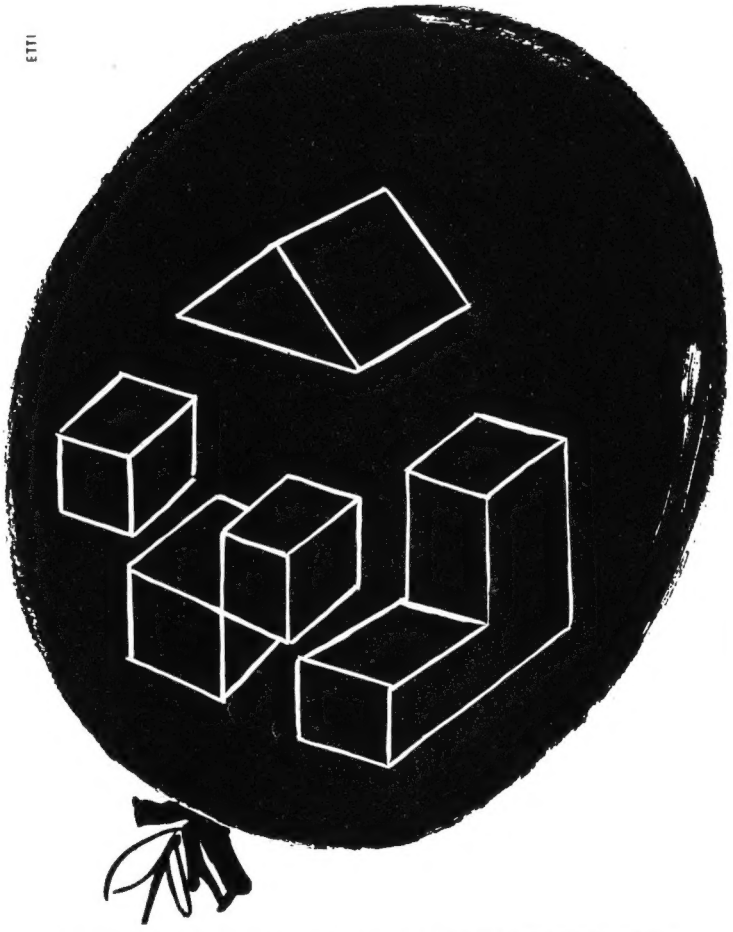
für hochwertige Übertragungsanlagen dynamische Richtmikrofone D 12

Bei Übertragungen aus Kirchen werden an die Mikrofone sehr hohe Anforderungen gestellt. Mit dem rückkopplungsarmen dynamischen Richtmikrofon D12, das sich durch besonders robusten Aufbau für jede Ela-Anlage eignet, sind Sie auch in schwierigen Fällen in der Lage, technisch einwandfreie Übertragungen durchzuführen.

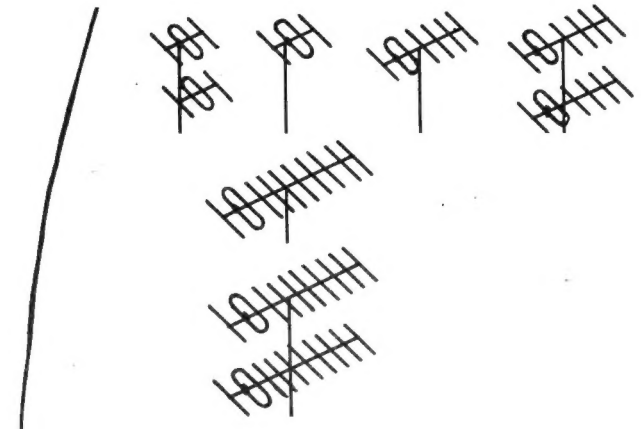
AKUSTISCHE- u. KINO-GERÄTE GMBH

MÜNCHEN 15 · SONNENSTR. 20 · TELEFON 55 55 45 · FERNSCHREIBER 052 3626

ETTI



TRIUMPH DES BAUKASTENSYSTEMS



Die Hirschmann Ausbauserie macht es Ihnen leicht, die für Ihre Empfangsverhältnisse günstigste Antenne zu schaffen. Die Grundtype mit 3 Elementen wird durch Direktorvorsätze zu einem 6- oder 10-Element-Yagi erweitert. Mit einer Transformationsleitung läßt sich außerdem jede Antenne zu 2 Ebenen aufstocken. Sie ist damit gegen Störstrahlung von unten unempfindlich gemacht und Zündstörungen von Kraftfahrzeugen beeinträchtigen Ihr Bild nicht mehr. Vollständige Angaben enthält unser Prospekt DS 2. Bitte anfordern.

Hirschmann

RICHARD HIRSCHMANN RADIOTECHNISCHES WERK ESSLINGEN AM NECKAR

WIMA

Tropydur

KONDENSATOREN

werden nach modernsten Fertigungsverfahren hergestellt, die vor allem jene überraschend guten elektrischen Eigenschaften zur Folge haben, die sonst nur bei Kondensatoren mit höheren Gestehungskosten erreicht werden.

WIMA-Tropydur-Kondensatorensind ein modernes Bauelement für Radio- und Fernsehgeräte.

WILHELM WESTERMANN
SPEZIALFABRIK FÜR KONDENSATOREN
Mannheim - Neckarau, Wattstr. 6-8

AVO

messgerät 8

20.000 ohm pro volt

AMROH - GRONAU

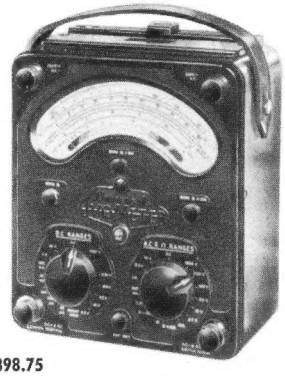
kann dem deutschen Fachmann wieder ein Gerät in die Hände geben, welches zu den erlesensten Werkzeugen in der Elektronik zählt.

Dieses Messgerät gilt in der Welt als der populärste Typ für Werkstatt und Labor.

Das AVO-Zeichen gibt die Gewähr für höchste Zuverlässigkeit und Genauigkeit.

Verwendung eines Stromwandlers ermöglicht schnelles, sicheres und fehlerloses Ablesen aller Messwerte, bei Gleich- und Wechselstrom, auf zwei universellen linearen Skalen mit Anti-Parallax-Spiegel.

Das Gerät ist durch einen mechanisch arbeitenden eingebauten Sicherungsautomaten weitgehend geschützt.



DM 398.75

Genauigkeit: Gleichstrom: 1,2 % voller Ausschlag*
Gleichspannung: 2 % voller Ausschlag*
Wechselstrom u. -spannung: 3,5 % voller Ausschlag*

*Unter 50 % Ausschlag ist die prozentuale Genauigkeit nur die Hälfte dieser Werte.

Widerstands-Messung:
(in 3 Messbereichen): 0-200 M Ω

Dezibel: -15... + 15 dB

Messwerk: 50 µA verteilt auf 32 Messbereiche.

Gleich- u. Wechselspannung 25...10.000 Hz	Gleichstrom	Wechselstrom 25...10.000 Hz
0 bis 2500 Volt	0 bis 10 A	0 bis 10 A

Das Gerät, wie alle anderen AVO-Erzeugnissen, wird in Deutschland allein vertrieben durch **Amroh-Gronau.**

AMROH

AMROH-GRONAU
ELEKTRONISCHE PRODUKTE
GRONAU (Westf.) Telefon 2219 · Postfach 87

LOEWE OPTA

OPTALUX SL

DM **868.-**

... das Erfolgsgerät mit Automatik-Komfort!

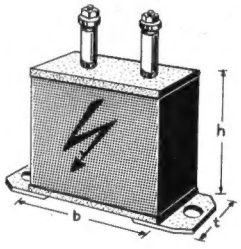
Automatische Helligkeits-Nachregelung
Automatischer Ausgleich von Feldstärke-Schwankungen
Automatische Regelung der Zeilen- und Bildfrequenz
Automatischer Ausgleich von Schwarzpegel-Schwankungen
Automatische Störaustastung

Man braucht nur noch EIN- bzw. AUSzuschalten, wenn der Fernseher einmal richtig auf den Sender eingestellt ist.

ÜBER 30 JAHRE WELTRUF IN RUNDFUNK UND FERNSEHEN

METROFUNK NEUHEITEN

HOCHSPANNUNGS-KONDENSATOREN



Best.-Nr.	Kapazität	Betriebsspannung	Abmessung in mm b × t × h bzw. ⌀ × L	Stück DM
KH 1	0,1 uF	1 kV	45 × 30 × 55	3.–
KH 2	0,25 uF	1 kV	45 × 30 × 55	3.50
KH 3	0,5 uF	1 kV	45 × 30 × 55	4.–
KH 4	1 uF	1 kV	45 × 30 × 80	6.–
KH 5	2 uF	1 kV	45 × 30 × 120	8.–
KH 6	4 uF	1 kV	90 × 40 × 120	10.–
KH 7	10 uF	1 kV	90 × 75 × 120	16.–
KH 8	20 uF	1 kV	90 × 160 × 120	20.–
KH 9	30 uF	1 kV	205 × 90 × 120	24.–
KH 10	0,1 uF	2 kV	45 × 30 × 55	6.–
KH 11	0,25 uF	2 kV	45 × 40 × 55	7.–
KH 12	0,5 uF	2 kV	45 × 30 × 120	8.–
KH 13	1 uF	2 kV	45 × 40 × 120	12.–
KH 14	2 uF	2 kV	90 × 40 × 120	16.–
KH 15	4 uF	2 kV	90 × 60 × 120	20.–
KH 16	6 uF	2 kV	90 × 100 × 120	24.–
KH 17	8 uF	2 kV	90 × 125 × 120	28.–
KH 18	10 uF	2 kV	90 × 160 × 120	32.–
KH 19	0,1 uF	4 kV	90 × 30 × 120	12.–
KH 20	0,5 uF	4 kV	90 × 40 × 120	16.–
KH 21	1 uF	4 kV	90 × 60 × 120	24.–
KH 22	2 uF	4 kV	90 × 100 × 120	32.–
KH 23	4 uF	4 kV	90 × 160 × 120	40.–
KH 24	2×0,1 uF	4+6 kV	55 × 55 × 110	20.–
KH 25	1000 pF	12 kV	45 × 30 × 120	15.–
KH 26	5000 pF	12 kV	45 × 30 × 120	20.–
KH 27	0,01 uF	12 kV	45 × 40 × 120	25.–
KH 28	0,02 uF	12 kV	45 × 40 × 120	30.–
KH 29	0,05 uF	12 kV	45 × 55 × 130	35.–
KH 30	0,1 uF	12 kV	45 × 55 × 130	40.–

3 Monate Garantie, jedoch schließt reine Wechselspannung jede Garantie aus. Wird sie doch verwendet, darf sie nur 25 % der Nennspannung erreichen. Die Gleichstrom-Betriebsspannung darf nicht überschritten werden. Überlagerungsspannung ist bis zu 5 % der Nennspannung bei 300 Hz zulässig. Kapazitätstoleranz ± 10 %, unter 0,1 µF ± 20 %; Betriebstemperatur 0 bis + 70° C bei voller Kapazitätsausnutzung, Umgebungstemperatur – 20 bis + 60° C. Verkaufsbedingungen lt. **METROFUNK-Katalog 1957,** den Sie, 20 Seiten stark, **auf Wunsch gratis erhalten.**

FUNK- UND FERNMELDETEILE FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG

Sofort lieferbar durch

METROFUNK G.m.b.H.

Berlin W 35 (amerik. Sektor)

Telefon: 24 38 44

Fernschreiber 018 4098

METROFUNK NEUHEITEN

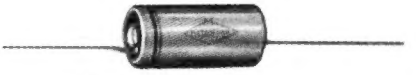
ELEKTROLYT-KONDENSATOREN

nach DIN 41 332

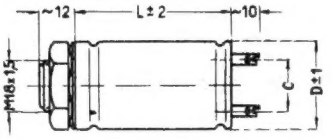
Bestell-nummer	Kapazität	⌀ x L mm	Spannungen	Stück DM
C 1	10 uF*	6,5 x 21	12/15 V	1.—
C 2	25 uF*	6,5 x 31		1.—
C 3	50 uF*	6,5 x 41		1.—
C 4	100 uF*	8,5 x 41		1.—
C 5	500 uF	25 x 40	15/18 V	4.—
C 6	1000 uF	30 x 40		5.50
C 7	2000 uF	30 x 55		7.—
C 8	5000 uF	45 x 65		12.—
C 9	50 uF*	16 x 36	63/70 V	1.—
C 10	100 uF*	20 x 45		1.50
C 11	500 uF*	30 x 60		5.—
C 12	1000 uF*	35 x 65		7.—
C 13	2 uF*	6,5 x 21	70/80 V	1.—
C 14	4 uF*	6,5 x 31		1.—
C 15	10 uF*	6,5 x 41		1.—
C 16	25 uF*	8,5 x 41		1.—
C 17	0,5 uF*	6,5 x 21	350/385 V	1.—
C 18	1 uF*	6,5 x 31		1.—
C 19	2 uF*	8,5 x 31		1.20
C 20	4 uF*	8,5 x 41		1.40
C 21	4 uF	16 x 36	450/550 V	1.—
C 22	8 uF	20 x 36		1.20
C 23	16 uF	25 x 36		1.40
C 24	32 uF	25 x 46		2.20
C 25	50 uF	30 x 53		2.60
C 26	8+ 8 uF	25 x 51		1.80
C 27	16+16 uF	25 x 54		2.40
C 28	40 + 40 uF	35 x 51		3.—
C 29	8 uF	25 x 42	450/550 V	1.40
C 30	16 uF	25 x 42		1.80
C 31	32 uF	25 x 59		2.40
C 32	50 uF	30 x 59		3.—
C 33	8+ 8 uF	25 x 54		2.—
C 34	16+16 uF	25 x 59		2.60
C 35	32+32 uF	30 x 59		3.60
C 36	50+50 uF	40 x 59		4.40

*) schaltfest mit rauhen Anoden

mikro-Ausführung
in Aluminiumröhrchen
mit PVC-Schutzhülle
C 1 bis 4 und 13 bis 20



freitragende Ausführung
in Aluminiumrohr
C 9 + 10 und C 21 bis 28



Aluminiumgehäuse mit
Zentralschraubbefestigung
C 5 bis C 8

Aluminiumgehäuse mit
Zentralschraube M 8
C 11 + C 12 und C 29 bis C 36

Aus laufender Produktion · 6 Monate **Garantie**
Nettopreise · Verkauf lt. **Katalog 1957** — 20 Seiten — **gratis**
Es genügt die Angabe der Bestellnummer

FUNK- UND FERNMELDETEILE FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG
METROFUNK

Sofort lieferbar durch

METROFUNK G.m.b.H.

Berlin W 35 (amerik. Sektor)

Telefon: 24 38 44

Fernschreiber 018 4098

Neue SAF-Bauelemente

SAF-Dioden

Verbesserte Daten, kleineres Typensortiment für den gesamten Anwendungsbereich. Verlangen Sie Druckschrift L 630 a!

SAF-Silizium-Gleichrichter

Äußerst geringe Verluste, kleine Abmessungen, großer Wirkungsgrad. Informieren Sie sich mit dem Prospekt L 629 a!

STANDARD ELEKTRIK

Aktiengesellschaft

Gleichrichter- und Bauelementewerk SAF Nürnberg

76 046

STEREODYN
-RAUMAKUSTIK

KÖRTING
›Dynamic 830 W‹

EIN BAHNBRECHENDER ERFOLG MODERNER RUNDFUNKTECHNIK

FERNSEHEN · RUNDFUNK · MAGNETTON KÖRTING

NEU! NEU! NEU!

Netto-Preiskatalog 57/58

... und noch billiger!!!

GROSSVERTRIEB

Inh. E. Szebehelyi

Lieferung an Wiederverkäufer! EILVERSAND!

RADIORÖHREN-GROSSHANDEL · IMPORT · EXPORT

HAMBURG-ALTONA

SCHLACHTERBUDEN 8 (ehem. Kl. Elbstr.) · BEIM ALTONAER FISCHMARKT

RUF 312350 · TEL.-ADR. EXPRESSROEHRE HAMBURG

KURZ UND ULTRAKURZ

Kleiner, billiger und noch leistungsfähiger! Die Entwicklung der Fahrzeug-Radargeräte in der ganzen Welt läßt zwei Richtungen erkennen. Die erste ist durch die Konstruktion preisgünstiger Kleinschiffs-Radar-Anlagen gekennzeichnet; hier meldet sich auch der große Bedarf für Privatflugzeuge an, von denen bis jetzt nur ganz wenige mit Funkmeßgeräten ausgerüstet sind. Allein in den USA sind 63 000 private Flugzeuge in Benutzung, während alle zivilen Luftverkehrsgesellschaften nur 1000 Maschinen haben. – Die zweite Richtung ist die allgemeinen Einführung von Radargeräten, die die wahren Bewegungen der Fahrzeuge anzeigen, während die festen Landmarken stillstehen. (Bei den bisher üblichen Radargeräten blieb stets die Marke für das eigene Fahrzeug fest im Mittelpunkt des Bildschirmes stehen und alle anderen festen und fahrenden Gegenstände bewegten sich relativ dazu.) Radargeräte neuer Art mit absoluter Bewegungsanzeige werden von Marconi und Decca (beide England) sowie Raytheon (USA) geliefert; Sperry (USA) bietet ein Zusatzgerät für diese Methode an.

Änderung der Antennenpolarisation. Für den Fachhandel und das Handwerk im Bereich des Fernsehsenders Aalen (Südd. Rundfunk) wird es bald einige Umstellungen geben. Dieser Sender soll ab Januar mit 5 kW_{eff} arbeiten (bisher 0,4 kW), muß aber von bisher horizontaler auf vertikale Polarisation umschalten. Die Antennen der Fernsehteilnehmer müssen folgen, und das bedeutet Umbau oder Neuinstallation. Als Grund für diese unerfreuliche Maßnahme wird der Einfluß des DDR-Fernsehens genannt; der nächste Sender in Kanal 8 ist Katzenstein bei Chemnitz.

Fernsehsender auf dem Brodjacklriegel. Wie der Bayerische Rundfunk mitteilt, soll der im Stockholmer UKW-Abkommen von 1952 nicht vorgesehene Fernsehsender auf dem Brodjacklriegel im Bayerischen Wald nun doch gebaut werden. Die Verhandlungen der Deutschen Bundespost mit den Nachbarstaaten Tschechoslowakei und Österreich konnten günstig abgeschlossen werden, und wenn der Verwaltungsrat des Bayerischen Rundfunks rechtzeitig das Geld genehmigt, soll mit dem Bau im nächsten Jahr begonnen werden, so daß mit der Inbeiriebnahme Anfang 1959 zu rechnen ist. Der Sender wird in Kanal 7 mit einer effektiven Leistung von 100/20 kW arbeiten.

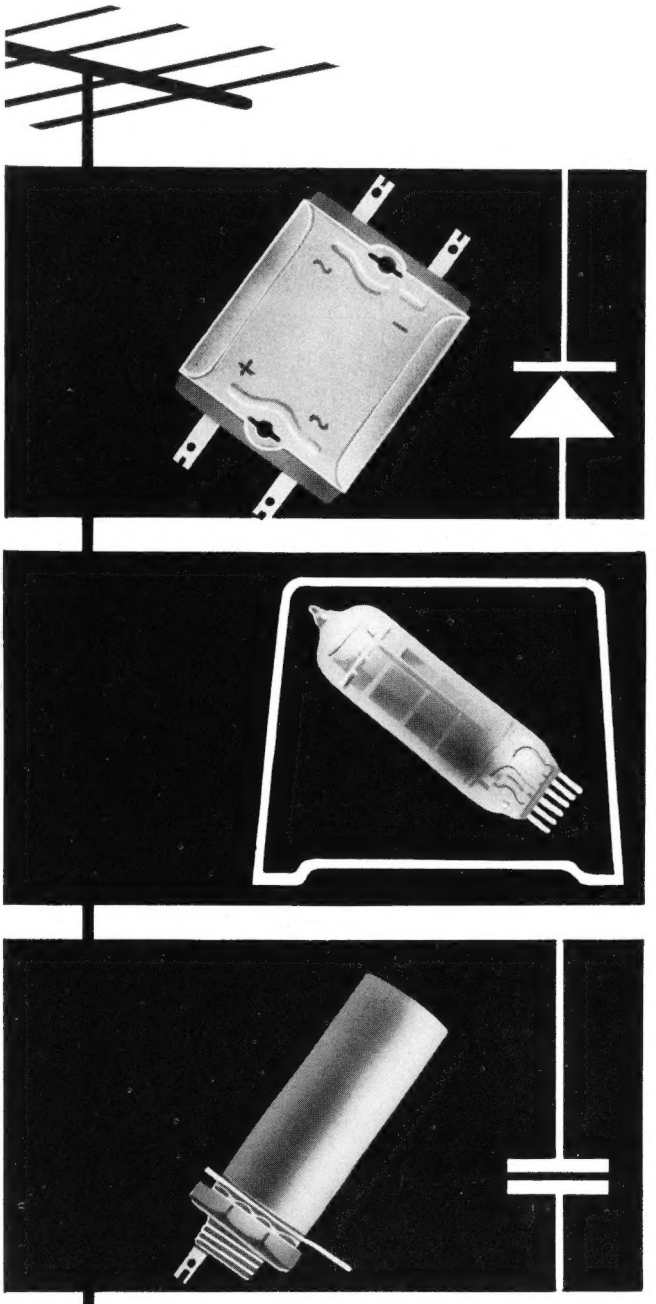
Die dritte kommerzielle Überhorizontverbindung auf Dezimeterwellen eröffnet. Den Eröffnungen der ÜH (Überhorizont)- Verbindungen Minorca-Sardinien (4. 9. 57) und Cuba-Florida (12. 9. 57) folgte am 1. 11. 57 die Inbetriebnahme der Strecke zwischen Puerto Rico und der Dominikanischen Republik. Die Entwicklung und der Aufbau dieser neuen „elektronischen Brücke" erfolgte durch die International Telephone and Telegraph Corporation (IT & TC) in Zusammenarbeit mit einer ihrer Tochtergesellschaften, der International Electric Corporation. Die Verbindung überbrückt eine Entfernung von 400 km mit einer Sendeleistung von 500 W je Endstelle und überträgt sechs Doppelweg-Telefoniekanäle auf einer Frequenz von 890 MHz. Das System dient dem erhöhten Sprechbedürfnis durch neuerstandene Industriezentren und dem verstärkten Touristenverkehr im Gebiet der Karibischen See. Die günstigen Ausbreitungsverhältnisse in diesem Raum, die Übertragungsverluste liegen 15 Dezibel niedriger als im nördlichen Kontinent der Vereinigten Staaten, gestatten im Gegensatz zu den o. a. Verbindungen (mit 20 m Parabol-Antennen) die Verwendung kleinerer Antennen mit einem Durchmesser von ca. 8,5 m. (Die Unterlagen für den Aufsatz „Die ersten kommerziellen Überhorizont - Verbindungen" in der FUNKSCHAU 1957, Heft 21, Seite 578 sowie für das Titelbild von Heft 22 wurden von der C. Lorenz AG zur Verfügung gestellt.)

Seit dem 1. Oktober hat die Deutsche Bundespost die **Frequenz 3512 kHz für den Funksprechverkehr der Fischkutter** im Küstengebiet freigegeben; sie liegt im 80-m-Amateurband und soll nur soweit benutzt werden, als ernsthafte Störungen des Amateurverkehrs unterbleiben. ✶ In Dänemark ist der Betrieb von **Amateurfernsehsendern im 2-m- und im 70-cm-Amateurband** gestattet worden, allerdings müssen sich die Aussendungen auf Testbilder und technische Versuche aller Art beschränken; Direktsendungen und Filme dürfen nur im zeitlich beschränkten Umfange übertragen werden. ✶ **In New York arbeiten gegenwärtig 21 Rundfunk-Mittelwellen- und 18 UKW-Rundfunksender, außerdem 7 Fernsehsender.** Durchschnittlich sendet die Programmgesellschaft NBC täglich drei Stunden in Farbe über Kanal 4, während das Columbia Broadcasting System täglich 30 oder 60 Minuten hindurch farbige Programme über Kanal 2 sendet. ✶ Der im Werden begriffene gemeinsame skandinavische Wirtschaftsraum beabsichtigt einen **Einfuhrzoll für Rundfunk- und Fernsehempfänger** in Höhe von 19 % vom Wert zu erheben. ✶ Einige amerikanische Rundfunkgerätefabriken haben die früher stillgelegte **Fertigung von UKW-Empfängern** wieder aufgenommen, nachdem sich das Interesse am Ultrakurzwellenrundfunk wieder belebt hat. ✶ Der Südwestfunk wird in Kürze einen **Fernsehumsetzer in Ravensburg** aufstellen, und der Hessische Rundfunk beabsichtigt das gleiche in **Dillborn (Dillkreis).** ✶ Weil die Empfangsschwierigkeiten im Gebiet von **Idar-Oberstein** anders nicht zu beheben waren, hat der SWF jetzt **zwei Fernsehumsetzer** im Ort aufgestellt. Einer arbeitet auf dem Jahnhaus in Kanal 11, der andere auf dem Volkesberg in Kanal 5; weitere Umsetzer sollen in Bitburg und Saarburg gebaut werden. ✶ Der wöchentliche **Deutschlandrundspruch des Deutschen Amateur-Radio-Clubs** wird jetzt an jedem Sonntag um 08.45 Uhr in Telefonie über den Sender DJ 1 RX im Bereich zwischen 3730 und 3740 kHz verbreitet und enthält auch Funkwetter- und Inversionsberichte.

Rundfunk- und Fernsehteilnehmer am 1. November 1957

	A) Rundfunkteilnehmer		*B) Fernsehteilnehmer*	
Bundesrepublik	13 469 072	(+ 50 722)	998 945	(+ 48 311)
Westberlin	809 913	(+ 3 995)	49 296	(+ 2 937)
zusammen	14 278 985	(+ 54 717)	1 048 241	(+ 51 248)

Unser Titelbild: **Mit drei Telefunken-Mittelbereichs-Radaranlagen läßt sich der gesamte Luftraum über dem Bundesgebiet überwachen. Sie dienen dem zivilen Luftverkehr und sollen 1958 ihren Betrieb aufnehmen (vgl. Seite 622).** Grafik: Walter Frohne



ALLES FÜR DIE
HF / NF - TECHNIK
DURCH SCHNELLVERSAND

BÜRKLIN

DR. HANS BÜRKLIN · SPEZIALGROSSHANDEL
MÜNCHEN 15 · SCHILLERSTR. 18 · TEL. 550340

Helipot
Feindrahtpotentiometer
ca. 50-fache Vergrösserung
Standard-linearität + 0,5%
10-fache Vergrößerung
SPANNUNG →
Für Steuerung, Regelung und Automatisierung
Standard-Linearität ± 0,5%
bestmögliche Linearität ± 0,015%
DREHWINKEL →
BECKMAN INSTRUMENTS GMBH
MÜNCHEN 45
Ein Zweigwerk der Beckman Instruments Inc. Fullerton, Kalifornien USA
NÄHERE EINZELHEITEN UNTER 15 B 4

Rundfunk-, Fernseh- und Elektrogeräte — alles aus einer Hand

Wenn man heute ein Fachgeschäft für Rundfunk- und Fernsehgeräte betritt, kann man feststellen, daß neben diesen noch eine ganze Menge anderer Artikel angeboten wird. Ob es Staubsauger, Waschmaschinen oder Elektroherde sind, sie gehören alle zur Einrichtung eines modernen Haushaltes, erleichtern die Arbeit der Hausfrau und werden von der Steckdose versorgt. Als Elektrogeräte gehören sie zu den Gütern des allgemeinen Lebensstandes und bilden eine besondere Gruppe zusammengehörender Industrieerzeugnisse.

Mit der Zusammenfassung dieses Konsumgütergeschäftes von Siemens & Halske und Siemens-Schuckert in der seit dem 1. Oktober 1957 bestehenden *Siemens Electrogeräte AG* wurde deshalb einer Marktentwicklung entsprochen, die in den letzten zehn Jahren immer deutlicher einen neuen Bereich der industriellen Produktion in die Spitzengruppe der erzeugten Güter brachte. Die Elektro-Industrie hat im ganzen bereits einen überdurchschnittlichen Aufschwung erlebt; sie steht im Jahre 1956 mit einem Produktionswert von 12,1 Milliarden DM an fünfter Stelle der Großindustrien. Innerhalb der Elektroindustrie aber rückte im Jahre 1953 der Produktionswert der elektrischen Hausgeräte an die erste Stelle, und er blieb mit 1,45 Mrd. DM auch 1956 an der Spitze. Dies allein schon rechtfertigte die Bildung einer eigenen Gesellschaft im Bereich der Siemens-Unternehmungen.

Rundfunk und Fernsehen haben innerhalb der Fertigungsgruppen der gesamten Elektroindustrie nach den Hausgeräten mit einem Gesamtwert von 1,1 Mrd. DM im Jahre 1956 den zweiten Platz erreicht. Hierzu gehören alle Rundfunk - Heimgeräte, Koffergeräte, Auto - Super, Musiktruhen, Fernseh-, Tisch- u. Standgeräte sowie Rundfunk-Fernseh-Kombinationen. Stand bis zum Jahre 1950 das Rundfunkgerät im Vordergrund, so erhielten dann mit der Einführung der Langspielplatte zuerst Rundfunk-Phono--Kombinationen und schließlich Musiktruhen und Musikschränke zunehmende Bedeutung. Endlich kam 1953 noch das Fernsehgerät hinzu. Seine Bedeutung wird in seinem wachsenden Marktanteil ersichtlich, der 1956 bei 307 Millionen DM lag gegenüber den 548 Millionen DM der Rundfunkgeräte und den 235 Millionen DM der Kombinationen. Dabei steht der eigentliche Aufschwung des Fernsehgeräteabsatzes noch bevor. Er wird ähnlich wie die Entwicklung in England verlaufen, wenn auch mit einer zeitlichen Verschiebung von sechs Jahren. Bei Fernsehgeräten herrscht heute noch das Tischgerät mit 70,7 % Marktanteil vor; auch wird seine Ausstattung mit der 43-cm-Bildröhre noch bevorzugt (84,3 %). Doch macht sich auch bei uns die Tendenz zum 53-cm-Bild bemerkbar, das im Ausland einen Anteil von 40 % hält. Bei Standgeräten und Kombinationen hat die 53-cm-Röhre mit 54 % die 43-cm-Röhre (46 %) bereits überholt.

Das Haus Siemens ist an der Geschichte des Rundfunk-, Phono- und Fernsehgerätes von Anfang an maßgebend beteiligt. Schon mit der Einführung des Rundfunks in Deutschland erschienen auch die ersten Siemens-Empfänger. Doch welch ein Abstand liegt zwischen dem „Siemens-D-Zug" jener Zeit und einem Gerät unserer Tage. Schon das Kammermusikgerät, das 1937 auf der Weltausstellung in Paris einen der zehn Grand Prix erringen konnte und von dem es hieß, daß hier „die Technik zur Kunst geworden" sei, galt als ein Höhepunkt in der Leistungsfähigkeit solcher Geräte. Was man dagegen heute zu leisten imstande ist, bewies die Vorführung der Siemens-Konzertklang-Kombination HFK 1 mit ihrer wirklich vollendeten Musikwiedergabe.

Diese Vorführung gab zugleich einen Einblick in den Arbeitsbereich der neuen geschäftlichen Organisation, die in dem seit dem vorigen Sommer bestehenden Bürohaus am Oskar-von-Miller-Ring in München untergebracht ist. Ein Kreis von Gästen hatte am 13. November 1957 Gelegenheit zusammen mit einem Überblick über die Aussichten des Rundfunk- und Fernsehgeschäftes auch manches aus der Arbeit der neuen Siemens-Electrogeräte AG kennenzulernen. Der interessanteste Teil des in beschwingtem Stil errichteten quadratischen Gebäudes mit seinem schönen Innenhof dient der Organisation des Verkaufs aller Haushaltgeräte sowie der Rundfunk- und Fernsehempfänger der Firma. Was die zahlreichen Geschäftsstellen im Verkehr mit den Kunden an Erfahrungen sammeln und an Notwendigkeiten erkennen, fließt hier zusammen oder wird von hier aus erfüllt. Ein mit allen technischen Raffinessen ausgestatteter Vortragssaal dient der Schulung und Beratung des Fachhandels im weitesten Sinne. Die ständige Ausstellung des nahezu dreißig Gruppen umfassenden Geräte-Programms ist auch der breiteren Öffentlichkeit zugänglich. Der Einbau der Grundpfeiler des elektrischen Haushaltes, Herd, Kühlschrank, Speicher und Vollwascher, wird in

Das Verwaltungsgebäude der Siemens-Electrogeräte AG am Oskar v. Miller-Ring in München. Im Hintergrund die Theatiner-Kirche

verschiedenen Musterküchen und Bädern vorgeführt und zeigt bis in die Details der Einbauschränke und Beleuchtungen, was eine gut durchdachte Technik heute zu bieten imstande ist. Die praktische Anwendung wird in einer großzügig eingerichteten Versuchswaschküche und in dem Lehrküchensaal gezeigt, in denen Geräte erprobt und einem weiten Kreis von Interessenten in Kursen vorgeführt werden. Selbstverständlich fehlt auch eine geräumige Abteilung mit Rundfunk-, Phono- und Fernsehgeräten nicht, in der unter den verschiedensten Bedingungen, wie sie die Anwendung und Aufstellung in der Wohnung des Käufers schafft, alle Geräte auch betrieben werden können. Wie das Musikgerät, so kann auch das Fernsehgerät so begutachtet werden, wie es im Heim des Käufers wirkt, sei es im Bezug auf das notwendige Verhältnis der Bildgröße zum Betrachterabstand, die Wirkung von Kontrastregler und Kontrastfilter gegenüber der Raumbeleuchtung oder die Qualität seiner Tonwiedergabe. Gerade in dieser Synthese von Theorie und Praxis zeigt sich, mit welcher Intensität die neue Gesellschaft sich einem Markt widmet, von dem die Geschäftsleitung – an der Spitze Vorstandsmitglied Direktor Katti – behaupten konnte, daß er um so aufnahmefähiger sei, je mehr er mit Waren gesättigt werde. Die Demonstration der Entwicklung des Elektro-Haushaltes mit seiner wachsenden Zahl arbeitssparender Geräte beweist dies ebenso wie die Einkommensentwicklung der Bevölkerung.

Ernst Pfau

Stereofonie auf der Tonmeistertagung in Detmold

Vom 22. bis 25. Oktober fand in der Nordwestdeutschen Musik-Akademie in Detmold die 4. Deutsche Tonmeistertagung statt, die von Dr. Erich Thienhaus geleitet wurde.

Im Mittelpunkt der Tagung stand die Stereofonie und ihre Anwendung auf Rundfunk, Schallplatte und Film. Neben den Verfahren der A-B-Stereofonie und des M-S-Stereoaufnahmeverfahrens (FUNKSCHAU 1957, Heft 9, Seite 221) hörte man Näheres über Pseudostereofonie, die in erster Linie den Tonbandamateur interessieren dürfte. Sie besteht darin, daß man das einkanalige Klangbild auf mehrere Lautsprechergruppen über den ganzen Abhörraum verteilt und somit eine räumliche Schallwiedergabe erzielt. Das Orchester – so hat man den Eindruck – ist damit weiter in den Hintergrund gerückt.

Im deutschen Rundfunk ist man bestrebt, die schlechten Abhörbedingungen beim Hörer schon während der Aufnahme im Studio zu berücksichtigen. Der Westdeutsche Rundfunk, Köln, ließ eine Statistik aufstellen, aus der hervorgeht, daß die meisten handelsüblichen Empfänger (insbesondere die 3-D-Empfänger) eine Frequenzkurve besitzen, bei der die Spannung am Lautsprecher bei 6 kHz um ca. 12 dB absinkt. Weiterhin ermittelte man die Resonanz von 100 Zimmern (bei 500 Hz haben diese ein Maximum) und die Nachhallzeit, die bei 0,6 sec liegen soll. Der neue deutsche Regieeinheitslautsprecher berücksichtigt diese Werte (Techn. Daten: 16 W Ausgangsleistung mit V 69, Klirrfaktor 0,1 %, Hochtonkugel mit 32 Isophonsystemen P 6/13/10 und vier Baßlautsprecher. max. Abweichung 2 dB). Mit Filtern und Frequenzsperren wurde der Frequenzbereich bei einigen Exemplaren im Westdeutschen Rundfunk nun so eingeengt, daß er der Wiedergabe beim Hörer entspricht. Die Regie kann sich dann darauf einstellen.

Johannes Zosel und Walter Kuhl berichteten über Wiedergabeeinrichtungen für Zweikanal-Stereofonie mit richtiger Mittellokalisation. Da sie mit dem A-B-Stereoverfahren arbeiten, konnten sie eine ausgezeichnete Mittenzone, eine große Breite der Bewegung der Schallquelle und eine gute Präzision der Ortung erreichen. Mittenlokalisierung bedeutet, daß ein in der Mitte des Aufnahmeraumes stehender Sprecher im Wiedergaberaum an der gleichen Stelle vermutet werden kann. Verwendet man zwei normale Konuslautsprecher, so beträgt die Zone der Mittenlokalisierung in 1 m Hörabstand nur ca. 25 cm, bei 6 m Abstand aber schon 1 m. Außerdem wächst mit dem Frequenzumfang die Zone der Mittenlokalisierung. Eine amerikanische Anordnung verwendet ebenfalls zwei Konuslautsprecher, die aber gegen eine Vorderwand gerichtet sind. Den Hörer erreicht also nur der reflektierte Schall und das Ergebnis ist eine schmale Zone des richtigen Mitteneindrucks. Rein reflektierter Schall liefert kein präzises, sondern nur ein pseudostereofonisches Klangbild. Die Richtcharakteristik der verwendeten Lautsprecher spielt eine nicht unwesentliche Rolle. Aus diesem Grund sind auch Kugellautsprecher – die bekanntlich nach allen Seiten strahlen – für eine stereofonische Wiedergabe nicht geeignet.

Hermann Fink aus München brachte aus seinem Privatstudio eine Reihe von zweikanaligen Stereoaufnahmen, die von der Wirklichkeit kaum mehr zu unterscheiden waren. Bei seiner Anlage geht er vom Diodenausgang seines Rundfunkempfängers auf die zwei Spuren seiner Stereomaschine und gibt mit zwei Lautsprechersäulen wieder, in denen jeweils acht Hochtonsysteme im Kreis um ein Tieftonsystem angeordnet sind. Das Ergebnis ist eine klare, plastische Wiedergabe, allerdings ohne Ortungsmöglichkeit.

Über die technischen Schwierigkeiten bei der Stereoschallplatte konnte Herr Schlegel von der Orthofon in Kopenhagen berichten. Mit den zwei verschiedenen Schnittarten (Tiefenschrift nach Edison und Seitenschrift Berliner) war die Möglichkeit für eine stereofonische Schallplattenaufzeichnung gegeben. Schon 1910 machte man den Vorschlag, ein Doppelprogramm mit Hilfe der zwei verschiedenen Prinzipien auf einer Schallplattenseite aufzuzeichnen. Dieses Verfahren wurde jedoch erst 1928 für die stereofone Schallaufzeichnung patentiert. Die Schwierigkeiten liegen noch in Phasendrehungen und erheblichen nichtlinearen Verzerrungen. Man ist jetzt dabei, ein Tonabnehmersystem zu konstruieren, das sowohl auf Tiefen- als auch auf Seitenschwingungen unabhängig reagiert. Mit diesem Tonabnehmersystem sollen dann auch normale Schallplatten abgetastet werden können.

Peter Lutz

DAIMONA hat ein starkes Herz

DAIMONA ist ein besonderer Kofferempfänger. Ohne zu ermüden, spielt er mit **einer** Batterie 200 Stunden. Das Besondere an ihm ist, daß er diese hohe Leistung mit wirklich bescheidenen Betriebskosten verbindet.

Der Schlüssel zur Leistungsstärke des DAIMONA-Empfängers ist sein Herz – die Hochleistungsbatterie „DAIMON 16159". Die erfahrenen Spezialisten der DAIMON-Werke schufen sie, weil sie erkannt hatten, daß Gerät und Batterie „nach Maß" füreinander gemacht sein müssen, wenn die hohen Ansprüche des Kunden von heute erfüllt werden sollen.

DAIMONA hat 6 Kreise, 4 Röhren, Mittel- und Langwelle, eingebaute Ferrit-Stabantenne und Hochleistungslautsprecher im robusten, handlichen Kunstlederkoffer. Der Empfänger kostet nur DM 116.50.

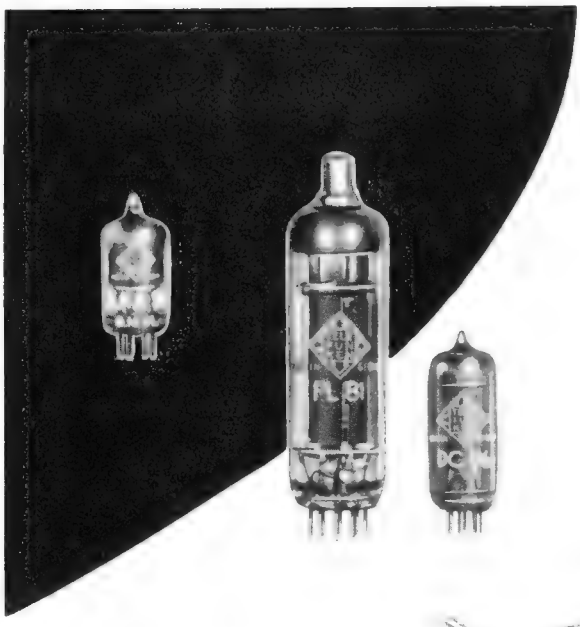
Die kombinierte Anoden-Heizbatterie 90/1.5 V „DAIMON 16159" kostet nur DM 12.50.

DAIMONA gehört in das Sortiment jedes guten Fachgeschäftes.

Richten Sie Ihre Anfrage noch heute an:

DAIMON

DAIMON-WERKE GMBH. Berlin-Reinickendorf 1, Alt-Reinickendorf 25-27 oder
DAIMON GMBH. Rodenkirchen-Köln, Hauptstraße 128



TELEFUNKEN

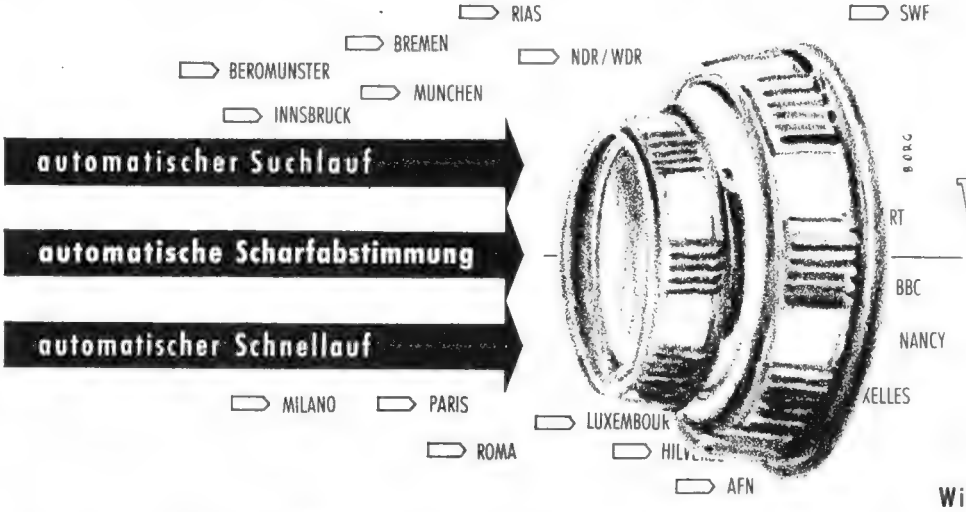
RÖHREN UND HALBLEITER

sind zuverlässig und von hoher Präzision. Sie vereinen in sich alle technischen Vorzüge, die TELEFUNKEN in einer mehr als 50jährigen, steten Fortentwicklung erarbeitet hat.

WIR LIEFERN:

Röhren für Rundfunk und Fernsehen
Fernseh-Bildröhren
Fernseh-Ablenkmittel
Germanium- und Silizium-Dioden, p-n-p-Transistoren
Spezial-Röhren für Industrie und Forschung
Mikrowellen-Röhren, Röhren für Nachrichtenweitverkehr
Stabilisatoren, Thyratrons, Fotozellen
Oszillographen-Röhren für Meßzwecke
Sende-Röhren für Industrie und Nachrichtenverkehr
Gleichrichter-Röhren
Vakuum-Kondensatoren

TELEFUNKEN · RÖHRENVERTRIEB · ULM



WUNDER KNOPF

Wie von Zauber sanft bewegt wandert der Zeiger über die Senderskala. Der Wunderknopf sucht die Stationen selbsttätig und stellt sie automatisch scharf ein.

SABA AUTOMATIC

Typ Konstanz, ein Meisterwerk der Schwarzwälder Präzision · Hi-Fi-Qualität

. . . ein Verkaufsschlager für das Weihnachtsgeschäft

Funkschau

MIT FERNSEH-TECHNIK UND SCHALLPLATTE UND TONBAND
FACHZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER

29. Jahrg. 1. Dezember-Heft 1957 Nr. 23

Das indiskrete Mikrofon

Ein Hörspielautor in Hamburg verfiel eines Tages auf den Gedanken, die mit ihm im gleichen Mietshaus wohnenden Klatschbasen und Zankteufel zu belauschen. Er ließ ein Mikrofon im Treppenschacht hinunter und hängte ein zweites über dem offenen Küchenfenster eines sich lauthals streitenden Ehepaares auf. Diese und einige andere Aufnahmen verarbeitete er zu einer Rundfunksendung. Er war anständig genug, sich vorher die Genehmigung der „Betroffenen" einzuholen. Wenn er das nicht getan hätte ...? – Ein Geschäftsmann mit notorisch schlechtem Gedächtnis nimmt hier und da die Verhandlungen mit seinen Geschäftspartnern auf Tonband auf, tarnt aber aus Scham (und Berechnung ...?) das Mikrofon im Büro und dessen Zuleitung zum Aufnahmegerät im Nachbarzimmer. – Der Bayerische Rundfunk stellte in einem Gerichtssaal Tonbandgeräte ohne Zustimmung des Angeklagten und seines Verteidigers auf, um für eine aktuelle Sendung Aufnahmen zu machen. Muß der Angeklagte – er stand in einer öffentlichen Verhandlung vor Gericht – diese „erweiterte Öffentlichkeit" dulden?

Das sind drei noch halbwegs legale Beispiele für die Anwendung der Aufnahmetechnik. Wesentlicher ist die unfaire Handlungsweise gewisser Lauscher an der Wand, die vielleicht für ein Skandalblatt akustische Aufnahmen aus dem Privatleben prominenter Zeitgenossen fertigen, – Praktiken, die in den letzten Prozessen gegen die amerikanischen Klatschzeitschriften „Confidential" und „Whispering" eine Rolle spielten. Leider, so wird der Ingenieur sagen, werden die Erkenntnisse der Technik offensichtlich mißbraucht. Das gilt vom Standpunkt des schlichten Staatsbürgers auch dann, wenn – wie jetzt in England aufgedeckt – selbst staatliche Stellen die Fernsprechleitungen so geschickt für Abhörzwecke anzapfen, daß die Belauschten keine Störung ihres Fernsprechverkehrs bemerken. Von den Methoden gegeneinander arbeitender Nachrichtendienste soll hier schon gar nicht die Rede sein.

Zweifellos ist die Technik den korrekten und den unkorrekten Wünschen der Benutzer von Tonaufnahmegeräten weit entgegengekommen, ohne daß man sie direkt verantwortlich machen kann. Nutzen oder Mißbrauchen – diese Entscheidung liegt selten in der Hand jener, die die Schaltungen entwerfen, die Einzelteile fertigen und die Geräte bauen. Das Dynamit und die Atomenergie waren von Natur aus neutral – das winzige Subminiatur-Tonaufnahmegerät von Brieftaschengröße ist es ebenfalls. Eine ganz andere Frage ist es jedoch, wenn der Praktiker aufgefordert wird, an offensichtlich unanständigen oder ungesetzlichen Handlungen auf diesem Gebiet teilzunehmen, etwa durch raffinierte Montage von Abhörgeräten in Wohnräumen. Diese Frage muß von jedem einzelnen selbst gewissenhaft beantwortet werden – und jeder muß sich darüber klar sein, daß „gewissenhaft" von „Gewissen" abgeleitet ist!

Es ist natürlich bequem, nach dem Gesetzgeber zu rufen und zu verlangen, daß alle Versuche eines unerlaubten Abhörens von Gesprächen kurzerhand verboten werden. Doch findet der Rechtsbeflissene rasch heraus, daß unsere Gesetzbücher aus einer Zeit stammen, in der das hier erörterte Problem unbekannt war. Das gilt auch für andere Gebiete, mit denen der Tonbandfreund oder der Techniker in Berührung kommt, etwa beim Überspielen von Musik- und Sprachsendungen des Rundfunks oder von Schallplatten auf Tonband. Hier spricht man von der „Magnetophonlücke" im Urheberrechtsgesetz. Es bleibt also nichts anderes übrig, als die höchsten Gerichte anzurufen, so daß der Bundesgerichtshof in Karlsruhe wie in anderen Fällen auch als Ersatz-Gesetzgeber auftritt, denn die nachgeordneten Gerichte müssen sich in der Regel in gleichartigen Rechtsstreiten an die Bundesgerichtsentscheidung halten.

Hier nun liegt ein Urteil des Bundesgerichtshofes vor, das sich mit dem dritten der eingangs erwähnten Beispiele befaßt. Entgegen einer Vorentscheidung des Bayerischen Obersten Landesgerichtes wird in der Begründung vom 8. 2. 1957 erklärt, daß jeder Verfahrensberechtigte in der Hauptverhandlung, insbesondere der Verteidiger bei seinem Schlußvortrag, es grundsätzlich ablehnen darf, vor einem Tonbandgerät des Rundfunks zu sprechen – ohne daß er Gründe für seine Ablehnung angeben muß. Dies, so erklärt das Bundesgericht, entspricht Artikel 1 und 2 des Grundgesetzes, die die freie Persönlichkeitsentfaltung gewährleisten.

Vielleicht hat zu dieser Entscheidung der Umstand beigetragen, daß das Tonband durch Schneiden verändert werden kann. Das Tonband hat keine unbedingte Beweiskraft, denn durch Heraustrennen von bestimmten Stellen und durch willkürliches Zusammenfügen können Teile der Aufnahme unterdrückt und andere in ihrem Sinne verändert werden. Klebestellen lassen sich überdies durch Umspielen des derart behandelten Bandes auf ein unversehrtes zweites Band höchst einfach beseitigen. Daher werden Tonbandaufnahmen vor Gericht nicht vorbehaltlos als Beweismittel anerkannt, vielmehr prüft der Richter die Umstände der Entstehung der Aufnahme.

Unbestritten ist nach alledem die latente Gefahr der unbemerkten Überwachung jeder akustischen Äußerung mit allen ihren Konsequenzen. Die letzthin in Düsseldorf und Wien abgehaltenen Juristenkongresse behandelten daher dieses schwierige Problem der unerwünschten Tonaufnahme mit allem Ernst und empfahlen dringend eine gesetzliche Regelung, damit wenigstens eine juristische Handhabe gegen den Mißbrauch der hochentwickelten Tonaufnahmetechnik vorhanden ist. Bundesjustizminister Schäffer will dieses alles in der Strafrechtsreform berücksichtigen. Karl Tetzner

Aus dem Inhalt:

	Seite
Das indiskrete Mikrofon	621
Unsere Titelgeschichte: Radaranlagen für die Flugsicherung	622
Röntgenstrahlung der Bildröhre ungefährlich	622
Schmiegsame Sendeantennen für Kurzwellen	622
Umgang mit Thyratrons	623
FUNKSCHAU-Bauanleitung: Thyratron-Netzgerät M 575	625
Ein Streifzug durch die Interkama	627
Transistor-Prüfgerät	630
Schallplatte und Tonband: Anschluß von Kristallmikrofonen an Tonbandgeräte	631
Geräuscheffekte bei Tonaufnahmen	631
Hinterband-Verstärker mit Transistoren	632
Längstspielband für Magnettongeräte	632
Ingenieur-Seiten: Über elektrostatische Lautsprecher für größere Frequenzbereiche	633
Von der Röhre zum Transistor: 6. Die Durchgriffswerte des Transistors; 7. Das Reststromgebiet	637
Elektronen-Röhren mit langer Lebensdauer	640
Aus der Welt des Funkamateurs: Einseitenbandmodulation für Amateure: Teil II, Phasenschiebersender	641
FUNKSCHAU-Schaltungssammlung: Amateur-Kurzwellenempfänger RX 57	643
Vorschläge für die Werkstattpraxis	645
Fernseh-Service	646
Neue Geräte / Röhren und Kristalloden / Kundendienstschriften / Neue Druckschriften / Hauszeitschriften	648

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer
Verlagsleitung: Erich Schwandt
Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner
Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Walde

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jed. Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- u. Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag u. durch die Post.

Monats-Bezugspreis 2.40 DM (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes 1.20 DM.

Redaktion, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Karlstr. 35. – **Fernruf** 55 16 25/26/27. Postscheckkonto München 57 58.

Hamburger Redaktion: Hamburg - Bramfeld, Erbsenkamp 22a – Fernruf 63 79 64

Berliner Geschäftsstelle: Bln.-Friedenau, Grazer Damm 155 Fernruf 71 67 68 – Postscheckk.: Berlin-West Nr. 622 66.

Vertretung im Saargebiet: Ludwig Schubert, Neunkirchen (Saar), Stummstraße 15.

Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. – Anzeigenpreise nach Preisliste Nr. 8.

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.

Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Cogels-Osylei 40. – Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19–21. – Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. – Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Alleiniges Nachdruckrecht, auch auszugsweise, für Holland wurde dem Radio Bulletin, Bussum, für Österreich Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13b) München 2, Karlstr. 35. Fernsprecher: 55 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Unsere Titelgeschichte

Radaranlagen für die Flugsicherung

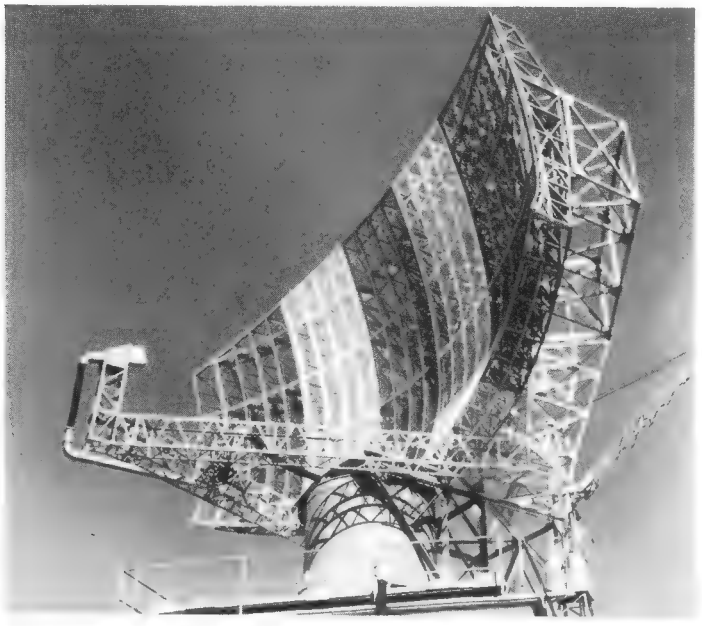
Unser Titelbild zeigt eine instruktive Darstellung der Reichweite und der Standorte von drei neuen Radaranlagen, die die Bundesanstalt für Flugsicherung für die Flugsicherungsbezirke Hannover, Frankfurt und München erbauen läßt. Sie dienen der Großraumüberwachung, d. h. der Überwachung der Luftstraßen und der Luftgebiete zwischen den Flughäfen, auf denen bereits Nahbereichsgeräte (Landeradars vom Typ GCA) aufgestellt sind.

Die im Titelbild schematisch in ihrer Leistung gezeigten Geräte werden von Telefunken gebaut; sie heißen in der vorgesehenen Form Mittelbereichs-Rundsicht-Radar-Anlagen. Die Reichweite von 220 km (120 Meilen) bezieht sich auf ein Flugzeug vom Typ DC-3 in maximal 15 000 m Höhe. Der Impulssender jeder Anlage arbeitet im L-Band (1250...1350 MHz = 22,2...24,0 cm Wellenlänge) und ist innerhalb dieses Bereichs durchstimmbar. Es sind luftgekühlte Magnetrons eingesetzt; die Impulsleistung liegt bei rund 1000 kW (!), die Impulsdauer ist 2 µs und die Impulsfolgefrequenz 500 Hz. Die Antenne hat eine Breite von 14,5 m und eine Höhe von 7 m sowie eine Horizontalbündelung von 1° (Halbwertsbreite); sie dreht sich pro Minute sechsmal. Nebenzipfel sind um mehr als 24 dB gedämpft. Im Empfänger wird mit einer Zwischenfrequenz von 30 MHz gearbeitet, und die Grenzempfindlichkeit ist mit 10 kT_0 angegeben. Alle Feinheiten der Radarempfangstechnik sind hier vorgesehen, z. B. lassen sich die festen Ziele ausblenden, so daß nur die beweglichen Ziele zur Anzeige kommen (MTI-Verfahren); auch das Nahecho kann ausgeblendet werden, desgleichen ist ein Entrüber vorhanden. Das Sichtgerät arbeitet mit einer 25-cm-Elektronenstrahlröhre großer Nachleuchtdauer, die Entfernungsbereiche sind in Stufen von 30, 60 und 120 Meilen[1]) einstellbar. Mit einem Karten-Video-Gerät können Bezugsdaten eingeblendet und über 3 km Kabelleitung insgesamt sechs Sichtgeräte parallel geschaltet werden.

[1]) Der gesamte Luftverkehr in den westlichen Staaten bedient sich der englischen Entfernungsangaben, deswegen haben wir hier die Meilen-Angabe stehen gelassen; 1 Meile = 1,8 km

Die Anlage ist mit zwei unabhängigen Sende- und Empfangsanlagen ausgerüstet, so daß höchste Sicherheit im Dauerbetrieb gewährleistet ist. Eine Änderung der Impulsdaten steigert die Reichweite der Anlage dank ihrer hohen Energie auf über 500 km.

Für die Unterbringung der drei Anlagen werden 19 m hohe Betontürme von jeweils 8 m Durchmesser gebaut. Im zeitigen Frühjahr 1958 sollen die drei Geräte ihre Tätigkeit aufnehmen. K. T.



Antennenanlage des Mittelbereichs-Radargerätes für 220 km Reichweite (Telefunken)

„Röntgenstrahlung der Bildröhre ungefährlich"

Zu dem unter dieser Überschrift in FUNKSCHAU 1957, Heft 16, Seite 445, veröffentlichten Beitrag wird uns von besonderer Seite geschrieben, daß die Fassung des ersten Absatzes zu Unklarheiten führen kann. Das Maß für die im menschlichen Körper absorbierte Strahlungsmenge bildet die *Dosis*, gemessen in „Röntgen" (r). Die Dosis, die in einem bestimmten Abstand von einer Strahlungsquelle in einer bestimmten Zeit absorbiert wird, errechnet sich als

Dosis (in r) = Dosisleistung (in r/sec) · Zeit (in sec)

In dem Beitrag ist ferner die Rede von einer wöchentlichen Dosis von 0,3 r, die im Bundesgebiet auf Grund noch in Kraft befindlicher Bestimmungen von den Landesämtern für Arbeitsschutz als zulässig angesehen wird. Man macht uns darauf aufmerksam, daß diese wöchentliche Dosis von 0,3 r bzw. einer solchen pro Jahr von 15 r zwar formell noch zugelassen ist und daher nicht beanstandet wird, daß sie aber *wissenschaftlich gesehen längst überholt ist.* Nach Inkraftsetzen des vom letzten Bundestag nicht mehr verabschiedeten und daher neu zu beratenden Atomgesetzes sollen in einem anschließend zu erlassenden Strahlenschutzgesetz diese Werte *wesentlich herabgesetzt* werden.

Im Oktober 1956 hat die International Commission on Radiological Protection in dieser Richtung Beschlüsse ausgearbeitet, die zunächst in den USA aufgegriffen wurden und zu Empfehlungen des National Committee on Radiation Protection and Measurement führten; sie sind zwischenzeitlich von allen maßgeblichen Stellen in den USA anerkannt worden. Sie nennen als maximal akkumulierte Dosis der über 18 Jahre alten Beschäftigten in strahlungsgefährdeten Betrieben:

in einer Woche	*0,3 r*
in 13 Wochen	*3,0 r*
in einem Jahr	*5,0 r*

Die wöchentliche Dosis darf also 0,3 r erreichen, wobei aber, über ein Jahr gerechnet, der wöchentliche Durchschnitt von 0,1 r einzuhalten ist. Wer also in einer Woche mehr als 0,1 r erhalten hat, muß diese Überdosis in den folgenden 12 Wochen auf insgesamt 3 r abgleichen, und im Jahr dürfen es nicht mehr als 5 r sein. K. T.

„Schmiegsame" Sendeantennen für Kurzwellen

Wir berichteten bereits, daß Telefunken im neuen, am 27. Oktober in Santa Maria di Galeria bei Rom eingeweihten Senderzentrum des Vatikans die Antennenanlage für die lückenlose Versorgung der Erde mit Kurzwellen-Richtstrahlern gebaut hat. Bemerkenswert an dieser Anlage ist u. a. die Möglichkeit, die Richtkeulen der Faltdipolwände für die Kurzwellenbänder 31 m, 41 m und 49 m sowohl horizontal als auch vertikal um erhebliche Beträge zu schwenken. Die letztgenannte Maßnahme ändert den Winkel, unter dem die Richtkeule auf die reflektierenden Schichten der Ionosphäre trifft. Auf diese Weise lassen sich bei guter Kenntnis der jeweiligen ionosphärischen Verhältnisse bestimmte Länder der Erde sehr genau mit maximaler Energie treffen.

Das „Wie" geht aus *Bild 1* hervor. Hier ist eine der Tannenbaumantennen aus Faltdipolen schematisch gezeichnet, und man erkennt die verschiedenen Einstellmöglichkeiten. Die Schalter U 1 bis U 3 sind einfache Richtungs-Umkehrschalter, sie vertauschen die Reflektor-Dipole mit den Sende-Dipolen, beispielsweise die Richtung Nordeuropa (10°) mit Afrika (190°). S ist der *Schiel-Schalter* (azimutal). Er vertauscht die Länge der zur rechten und linken Dipolwand führenden Leitung und schwenkt das Strahlungsmaximum um ± 15 % aus der Horizontalen.

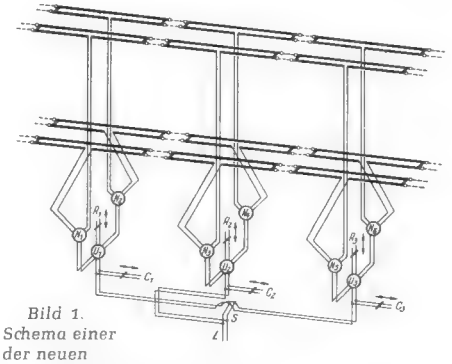


Bild 1. Schema einer der neuen Tannenbaumantennen

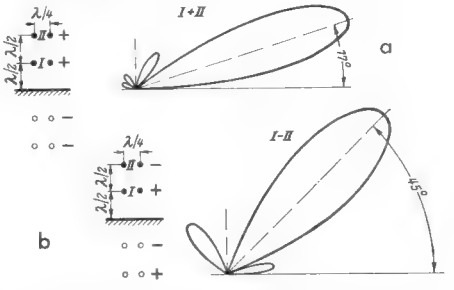


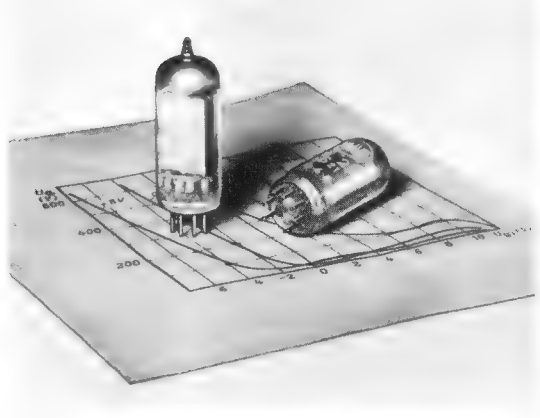
Bild 2. Vertikal-Richtdiagramm der Antenne in Bild 1: a) mit zwei gleichphasig, b) mit zwei gegenphasig gespeisten Dipolzeilen

Neu ist das angewandte Schwenken der Richtcharakteristik in der Vertikalen. Dazu werden die Neigungsschalter N 1 bis N 6 in Bild 1 bedient. Dies sind kombinierte Um- und Ausschalter, die die beiden übereinander liegenden Dipolzeilen gleich- oder gegenphasig miteinander verbinden; sie können aber auch die obere Zeile ganz abschalten. Drei mögliche Schaltzustände ergeben die Vertikaldiagramme der Abstrahlung mit Maximalwerten bei 17°, 31° und 45°; zwei davon zeigt *Bild 2*.

Die Lecherleitungen C 1 bis C 3 heißen *Carterschleifen* und passen die senderseitigen Teile der drei Energieleitungen richtig an. R 1 bis R 3 dienen zur Abstimmung der Reflektorleitungen. (Nach Werksunterlagen)

Umgang mit Thyratrons

Von Ingenieur Otto Limann



In Auswertung unserer Leserumfrage, in der vielfach der Wunsch geäußert wurde, in der FUNKSCHAU das Gebiet der Elektronik stärker zu berücksichtigen, bringen wir künftig in zwangloser Folge Aufsätze und Bauanleitungen, in denen elektronische Bauelemente und Geräte in einer Form behandelt werden, die dem Funktechniker das Einarbeiten in dieses interessante Nachbargebiet erleichtert. Um nicht zu weitschweifig zu werden, sollen diese Arbeiten nur die Grundprinzipien behandeln. Literaturhinweise am Schluß (Seite 626) geben die Möglichkeit, sich selbständig mit den Einzelheiten vertraut zu machen.

Der Funktechniker kennt sich zwar gut mit Hochvakuumröhren aus, doch hat er meist wenig Gelegenheit, die Eigenschaften gasgefüllter Thyratrons praktisch zu erproben. Er weiß zwar, daß ein Thyratron eine Glimmröhre mit geheizter Katode ist, deren Zündspannung durch die Spannung am Gitter eingestellt werden kann. Er weiß auch, daß diese Thyratrons früher als Kippgeneratoren in Elektronenstrahl-Oszillografen dienten und heute in großem Umfang in der industriellen Elektronik benutzt werden, aber im Grunde erscheint ihm dieser Röhrentyp etwas rückständig, weil man den Anodenstrom nicht so elegant steuern kann, wie man es von der Verstärkerröhre gewohnt ist. Hat die Glimmstrecke im Thyratron gezündet und fließt ein Anodenstrom, dann kann man ihn nicht mehr durch die Spannung am Gitter beeinflussen, sondern man muß die Anodenspannung unterbrechen, damit die Röhre wieder gelöscht wird.

Bei der großen Bedeutung der Thyratrons in der gesamten elektronischen Technik ist es aber auch für den Funkpraktiker von Vorteil, sich mit den Eigenarten der Gastrioden vertraut zu machen. Um dazu unseren Lesern Gelegenheit zu geben, haben wir das auf Seite 625 beschriebene Netzgerät aufgebaut. Es arbeitet mit zwei Thyratrons Valvo PL 21 als gittergesteuerten Netzgleichrichtern, und die Ausgangsspannung ist in weiten Grenzen leistungslos regelbar, ein Vorteil, der sich mit normalen Gleichrichterröhren oder Selengleichrichtern nicht erzielen läßt.

Die Zündkennlinie des Thyratrons

Thyratrons, mit anderem Namen Stromtore oder Gastrioden (Gastetroden) genannt, sind gasgefüllte Röhren mit indirekt geheizter Katode und einem oder zwei Gittern. Anstelle der I_a/U_g-Kennlinie einer Vakuumröhre gibt man für sie die U_a/U_g-Kennlinie an. Sie verläuft im Prinzip nach *Bild 1*. Stellt man eine bestimmte Gittervorspannung U_{s1} ein[1]) und erhöht allmählich von Null aus die Anodenspannung, dann „zündet" die Röhre bei dem zu U_{s1} gehörenden Wert U_{z1}. Zünden heißt, daß die vorher vollkommen gesperrte Röhre schlagartig leitend wird. Der Anodenstrom hängt dann nur noch von der Anodenspannung ab. Erhöht man die Spannung, so fließt auch ein größerer Strom. Er würde fast bis zum Kurzschluß anwachsen, wird jedoch durch den Anodenwiderstand R_a begrenzt. Die Spannung zwischen Anode und Katode der Röhre bricht dabei auf die „Bogenspannung" U_{arc} zusammen, die bei der Röhre PL 21 etwa + 8 V beträgt. (Der Index arc bedeutet arcus = Bogen, weil die Röhre ähnlich wie der Lichtbogen einer Bogenlampe mit dieser Spannung brennt.)

Hat nun die Röhre gezündet, so verhält sie sich wie eine Glimmröhre oder ein Stabilisator. Das Gitter hat jetzt keinen Einfluß mehr, die Zündung bleibt bestehen bzw. der Anodenstrom fließt weiter, ganz gleich wie man die Spannung am Gitter ändert. Es gibt nur eine Möglichkeit, die Röhre wieder zu löschen: den Anodenkreis zu unterbrechen oder zumindest die Anodenspannung unter die Bogenspannung abzusenken.

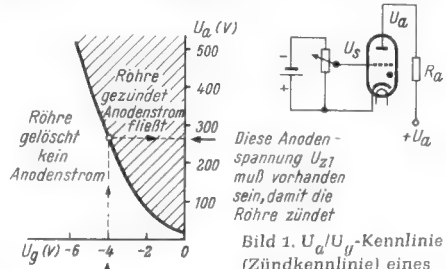


Bild 1. U_a/U_g-Kennlinie (Zündkennlinie) eines Thyratrons. Für eine eingestellte Gittervorspannung $-U_{s1}$ ist eine bestimmte Anodenspannung erforderlich, damit die Röhre zündet. Hat sie gezündet, dann fließt der Anodenstrom weiter und läßt sich nicht mehr von der Höhe der Gitterspannung beeinflussen. Der Punkt im Röhrensymbol bezeichnet die Gasfüllung

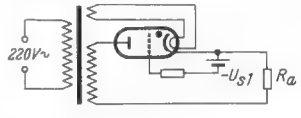


Bild 2. Thyratron als Netzgleichrichter. Mit der Spannung $-U_{s1}$ läßt sich der mittlere Gleichstrom einstellen

Das Thyratron als Gleichrichter

Man kann nun das Thyratron wie einen Einweggleichrichter schalten und zunächst einmal dem Gitter nach *Bild 2* eine bestimmte konstante Vorspannung $-U_{s1}$ geben. Die Röhre zündet nur, wenn die zugehörige kritische Anodenspannung oder Zündspannung U_{z1} nach *Bild 3a* an der Anode liegt. In diesem Zeitpunkt springt der Anodenstrom entsprechend *Bild 3b* auf einen der Zündspannung entsprechenden Wert. Wächst nun die Anodenspannung weiter bis zum Scheitelwert, dann steigt auch der Anodenstrom an. Danach fällt er dann wieder entsprechend der sinkenden Anodenspannung ab, bis nur noch die Bogenspannung vorhanden ist, dann erlischt die Glimmstrecke, und der Anodenstrom springt auf Null zurück.

Der Anodenwechselstrom wird also gleichgerichtet, die negativen Stromhalbwellen werden unterdrückt, aber auch die positiven bilden sich nicht als vollständige Sinushalbwellen aus wie bei einem Selengleichrichter, sondern sie sind an den Seiten „angeschnitten".

Vergrößert man nun in Bild 2 die negative Vorspannung auf den Wert $-U_{s2}$, dann braucht die Röhre eine höhere Anodenspannung zum Zünden, das bedeutet nach *Bild 4a*, daß die Zündung zu einem späteren Zeitpunkt U_{z2} einsetzt. Dementsprechend ist die Stromkurve *Bild 4b* links noch stärker angeschnitten. Dagegen bleibt sie rechts unverändert, denn bei der Bogenspannung geht die Röhre stets aus. Im *Wechselspannungsbetrieb* kann man also die Breite der durch das Thyratron fließenden Stromhalbwellen mit Hilfe der Spannung am Gitter steuern, und man spricht hierbei sehr sinnfällig von einer *Anschnittsteuerung*.

Es ist klar, daß in Bild 4 im Mittel ein kleinerer Strom fließt als in Bild 3. Demnach ändert sich auch die Spannung am Verbraucherwiderstand R_a. Mit einer veränderlichen Vorspannung am Gitter könnte man also die Größe der gleichgerichteten Spannung einstellen. Allerdings wäre es umständlich, für die Steuerspannung am Gitter eine Batterie oder einen zusätzlichen Gleichrichterkreis vorzusehen.

Hier bietet sich jedoch ein eleganter Ausweg. Beim Thyratron braucht ja *nur im Zündzeitpunkt* die notwendige Spannung am Gitter zu liegen. Was später dort passiert, hat keinen Einfluß mehr auf die gezündete Röhre bzw. den Anodenstrom. Es ist also nicht notwendig, das Gitter mit einer Gleichspannung zu steuern, sondern man kann

[1]) Um Verwechslungen mit den üblichen Bezeichnungen U_{g1}, U_{g2} für Spannungen am Gitter 1 bzw. Gitter 2 einer Röhre zu vermeiden, verwenden wir hier den Index „s"; er bedeutet etwa *Schaltspannung*, also die Gittervorspannung, die das Zünden einleitet.

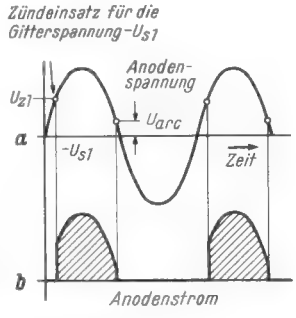


Bild 3. Die „Anschnittsteuerung" eines mit Wechselspannung betriebenen Thyratrons. Bei der Zündspannung U_{z1}, die zur Gittervorspannung $-U_{s1}$ gehört, zündet die Röhre, bei der Bogenspannung U_{arc} erlischt sie.

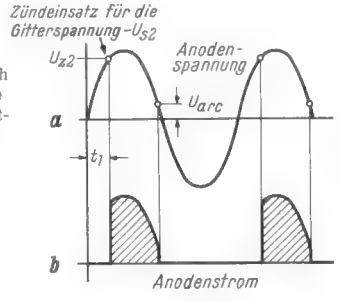


Bild 4. Durch eine größere negative Gittervorspannung $-U_{s2}$ werden die Anodenstromhalbwellen stärker angeschnitten

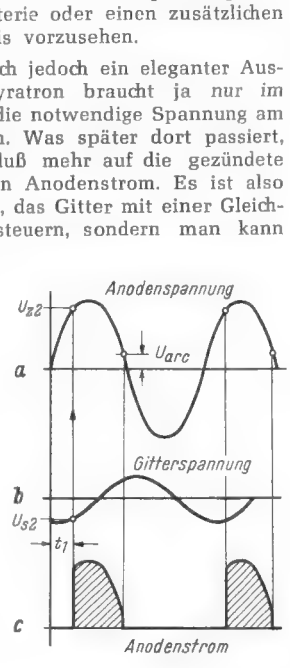


Bild 5. Anschnittsteuerung durch eine Wechselspannung. Bei den zusammengehörenden Werten $-U_{s2}$ und U_{z2} zündet die Röhre wie in Bild 4. Der Wert U_{s2} ist um die Zeit t_1 gegen den Nulldurchgang der Anodenspannung verschoben

eine Wechselspannung nehmen, muß jedoch dafür sorgen, daß sie im gewünschten Zeitpunkt gerade die richtige Größe hat. *Bild 5* stellt dies für den gleichen Anodenstrom wie in Bild 4b dar. Die Kurve *Bild 5a* zeigt wieder den Verlauf der Anodenspannung, in *Bild 5b* ist die Gitterwechselspannung dargestellt, die im Punkt $-U_{s2}$ die Zündung bewirken soll, und Kurve 5c gibt den Anodenstromverlauf wieder. Beim Wert $-U_{s2}$, der gerade um die Zeit t_1 nach dem Nulldurchgang der Anodenspannung herrscht, liegt die richtige Zündspannung U_{z2} an der Anode, die Röhre zündet, und Strom fließt. Daß von jetzt ab die negative Gitterspannung größer wird, spielt keine Rolle, der Strom reißt erst wieder ab, wenn die Anodenspannung gleich der Bogenspannung U_{arc} wird.

Soll jedoch der Strom während kürzerer Zeiten fließen, dann braucht man nur nach *Bild 6b* die am Gitter liegende Wechselspannungskurve weiter nach links zu schieben. Jetzt zündet die Röhre beispielsweise erst nach der Zeit t_2, und es ergeben sich sehr kurze Anodenstromstöße nach *Bild 6c*.

Die Zeitabschnitte, in denen Anodenstrom fließt, bzw. die Größe des mittleren Anodenstroms läßt sich also dadurch beeinflussen, daß man die Phase der Wechselspannung am Gitter des Thyratrons verschiebt. Dies ist die für den Rundfunkpraktiker wichtigste Erkenntnis. Bei der Vakuumröhre steuert er den Anodenstrom durch die *Amplitude* der Gitterspannung, bei der Anschnittsteuerung einer Gastriode dagegen durch die *Phasenlage* der am Gitter liegenden Wechselspannung.

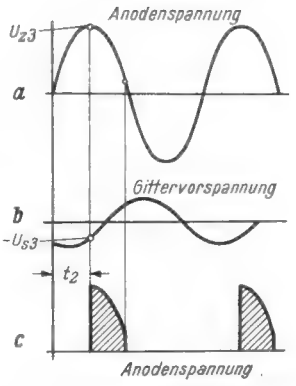


Bild 6. Die Gittervorspannung $-U_{s3}$ ist um die Zeit t_2 gegen den Nulldurchgang der Anodenspannung verschoben, die Anodenstrom-Halbwellen sind sehr stark angeschnitten

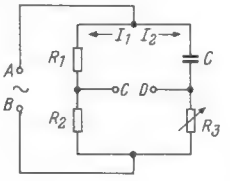
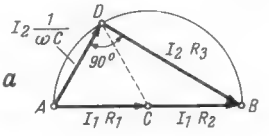


Bild 7. Grundschaltung der Phasenschieberbrücke



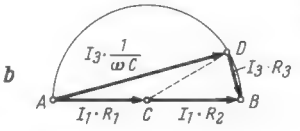


Bild 8. Vektordiagramme der Schaltung Bild 7

Der Gitterkreis braucht einen Phasenschieber

Anstelle der Gleichspannung und des Spannungsreglers in Bild 1 benötigen wir also eine Wechselspannung, die einfach dem Netztransformator entnommen werden kann. Ferner brauchen wir eine Hilfsschaltung, um die Phase dieser Gitterwechselspannung verschieben zu können. Das Prinzip eines solchen in der Wechselstromtechnik viel verwendeten Phasenschiebers ist in *Bild 7* dargestellt. Er besteht aus einer Brücke mit drei Widerständen und einem Kondensator. Die beiden Widerstände R_1 und R_2 sind gleich groß, am Punkt C liegt also stets die halbe Eingangswechselspannung A–B. Da R_1 und R_2 ohmsche Widerstände sind, kann man die beiden daran liegenden Spannungen $I_1 \cdot R_1$ und $I_1 \cdot R_2$ als waagerechte Strecken A – C und C – B eines Vektordiagramms *Bild 8a* darstellen.

An den Klemmen A und B liegt aber auch der andere Brückenzweig A–D–B, bestehend aus Kondensator C und Widerstand R_3. Die Spannungsabfälle daran ergeben sich aus dem Teilstrom I_2 (Bild 7) zu $I_2 \cdot \frac{1}{\omega C}$ bzw. $I_2 \cdot R_3$. Bekanntlich sind nun die Spannungen an einer solchen von einem gemeinsamen Strom durchflossenen Reihenschaltung um 90° phasenverschoben, ganz gleichgültig welche Werte C und R_3 im einzelnen besitzen. Die Gesamtspannung A–B liegt jedoch fest. Sie bildet nämlich die Hypothenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen beide Katheten nach *Bild 8* durch die Spannungen an C und R_3 gebildet werden. Im Punkt D müssen die beiden Teilspannungen rechtwinklig aufeinanderstehen, da sie um 90° phasenverschoben sind. Nach einem Lehrsatz der Geometrie liegt dann aber Punkt D auf einem Halbkreis über dem Durchmesser A–B.

Macht man den Regelwiderstand R_3 kleiner, dann fließt ein stärkerer Strom I_3 über den Zweig A–D–B. Die Spannung $I_3 \cdot R_3$ wird zwar geringer, aber am gleich groß gebliebenen Kondensator C erzeugt der stärkere Strom einen größeren Spannungsabfall $I_3 \cdot \frac{1}{\omega C}$. Die Strecke A–D wird also länger, und der Punkt D wandert auf dem Halbkreis nach rechts herum (Bild 8b).

Die Spannung zwischen den Punkten C und D in Bild 7 ist gleich der gestrichelt dargestellten Verbindung zwischen den Punkten C und D in Bild 8, sie entspricht stets dem Radius des Halbkreises, also der halben Eingangsspannung. Die Richtung der Spannung C–D, also ihre Phasenlage, hängt jedoch von der augenblicklichen Lage des Punktes D ab. Durch Verändern von R_3 kann man den Punkt D auf dem Halbkreis herumschieben und damit die Phase der Spannung C–D um fast 180° drehen.

Diese *Phasenbrücke* ist ein bequemes Hilfsmittel, um eine Wechselspannungskurve zu verschieben, *ohne daß deren Amplitude sich ändert*. Diese Schaltung findet sich deshalb in vielen Geräten der industriellen Elektronik.

Wir wollen nun noch überschläglich die Glieder C und R_3 der Brücke festlegen. Damit die Ausgangsspannung C–D wenig von der Belastung abhängt (sie liegt ja später am Gitter eines Thyratrons, das Gitterstrom führt), macht man alle Brückenglieder möglichst niederohmig. Für C darf kein Elektrolytkondensator verwendet werden, denn er wird mit reinem Wechselstrom betrieben. Um den Aufwand für den erforderlichen statischen Kondensator in vernünftigen Grenzen zu halten, wählen wir einen Wert von 2 µF. Der kapazitive Widerstand hierfür beträgt bei Netzfrequenz

$$R_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{10^6}{314 \cdot 2} \approx 1600\ \Omega$$

Der mittlere Wert des Reglers R_3 muß also ebenfalls 1600 Ω betragen. Die beiden Katheten in Bild 8 sind dann gleich groß, Punkt D liegt oben auf dem Kreisbogen, und die Phase der Spannung C–D ist genau um 90° gegenüber A–B gedreht. Von diesem Punkt aus soll die Phase nach beiden Seiten verändert werden können. Nehmen wir an, daß sich R_3 von der Mittelstellung aus um den Faktor 10 nach oben und unten ändern soll, dann benötigt man einen Regelbereich von 160 Ω bis 16 000 Ω. Man verwendet also zur Sicherheit einen normenmäßigen Regler von 25 kΩ für R_3.

Die Widerstände R_1 und R_2 müssen wesentlich niederohmiger sein als der Zweig C–R_3, damit durch Belastungen der Diagonale C–D und Ändern des Widerstandes R_3 die Spannung am Punkt C stabil bleibt. Im Modell wurde daher $R_1 = R_2 = 80\ \Omega$ gewählt.

Das Thyratron Valvo PL 21

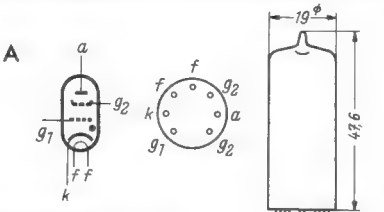
Gasgefüllte Tetrode in Miniatur-Technik (Bild A) für Bedienung von Relais, für elektronische Zeitschalter, stabilisierte Gleichrichter und zur Stabilisierung von Wechselstromleistungen. Mit dem zweiten Gitter läßt sich die U_a/U_g-Kennlinie im Zündkennlinienfeld verschieben (Bild B); es wird nicht empfohlen, das zweite Gitter als Steuerelektrode zu benutzen.

Heizung: indirekt $U_H = 6{,}3$ V, $I_H = 0{,}6$ A

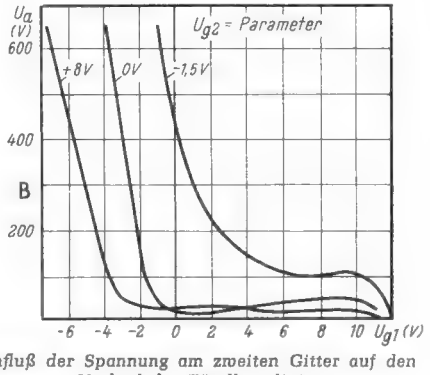
Mindest-Anheizzeit vor dem Anlegen der Anodenspannung $T_H = 10$ s

Grenzdaten für Verwendung als gittergesteuerter Gleichrichter:

Anodenspannung in Durchlaßrichtung	600 V_{sp}
Anodenspannung in Sperr-Richtung	−1300 V_{sp}
Mittlerer Anodenstrom	0,1 A
Spitzenstrom	0,5 A_{sp}
Bogenspannung	8 V
Entionisierungszeit (Zeit für Löschen der Glimm-Entladung)	35...75 µs
Gitterwiderstand R_{g1}	
Empfohlener Wert	1 MΩ
Maximalwert	10 MΩ



Sockelschaltung und Abmessungen des Valvo-Thyratrons PL 21



Einfluß der Spannung am zweiten Gitter auf den Verlauf der Zündkennlinie

Das gleiche Thyratron wird unter der Bezeichnung 2 D 21 von verschiedenen ausländischen Herstellern gefertigt und international verwendet.

Thyratron-Netzgerät M 575

Anodenspannungs-Netzgerät mit regelbarer Ausgangsspannung — gleichzeitig eine Einführung in elektronische Schaltungen mit gittergesteuerten Thyratrons.

Auf den beiden vorhergehenden Seiten wurden die Grundlagen der Anschnittsteuerung von Thyratrons erläutert. Thyratrons in einer solchen Schaltung lassen sich als Gleichrichter betreiben, bei denen der entnommene Gleichstrom bzw. die Höhe der abgegebenen Gleichspannung leicht auf bestimmte Werte eingestellt werden kann. Ein solches Gerät wird nachstehend beschrieben.

Die Gesamtschaltung

Um die Welligkeit der Ausgangsspannung zu verringern und den Wirkungsgrad zu verbessern, wird Zweiweggleichrichtung angewendet. Man benötigt also zwei Thyratrons. *Bild 1* stellt die Gesamtschaltung dar. Die Schirmgitter der hier verwendeten Klein-Thyratrons PL 21 sind mit den Katoden verbunden. Die Röhren arbeiten dann wie normale Gastrioden.

Die Steuergitter müssen nun, wie die Anoden, ebenfalls gegenphasig angesteuert werden. In der Diagonale der Phasenschieberbrücke ist deshalb ein symmetrischer Übertrager Tr 2 angeordnet. Die Mittelanzapfung der Sekundärwicklung führt zu den Katoden, die beiden Wicklungsenden liegen an den Gittern der Thyratrons. Für diesen Übertrager wurde ein normaler Gegentakt-Eingangsübertrager der Fa. Fred & Erich Engel, und zwar der Typ EÜ 3 G verwendet. Die Brücke wird aus den in Reihe geschalteten Heizwicklungen des Netztransformators gespeist. Vorschaltwiderstände von 1 MΩ begrenzen den Gitterstrom, die Kondensatoren von 2,5 nF zwischen Gitter und Katode verhindern Störschwingungen.

Da die Thyratrons bei kalter Katode nicht sofort an die Anodenspannung gelegt werden dürfen, wurde ein Bimetall-Relais Bi von der Firma Mozar eingebaut. Beim Einschalten des Netzschalters wird zuerst der Bimetall-Streifen durch die Wicklung H 2 aufgeheizt. Nach etwa 30 Sekunden springt die Kontaktfeder des Bimetall-Schalters um, und damit wird der Anodenkreis über die Minusleitung geschlossen.

Auf der Gleichstromseite liegt zunächst die Drossel Dr 1. Ein Ladekondensator darf bei dieser Schaltung nicht verwendet werden! Er würde nämlich die angeschnittenen Halbwellen in Bild 3 bis 6 (S. 623) ausbügeln und zu einer pulsierenden Gleichspannung abflachen. Dann könnten aber die Thyratrons nicht löschen, sondern sie blieben dauernd gezündet. Die Wirkung der Schaltung beruht aber gerade darauf, daß die Röhren bei jeder positiven Halbwelle neu gezündet und wieder gelöscht werden. Die Drossel Dr 1 muß sogar eine sehr hohe Induktivität bei niedrigem ohmschen Widerstand besitzen, um zu vermeiden, daß der folgende Elektrolytkondensator einen Einfluß ausübt.

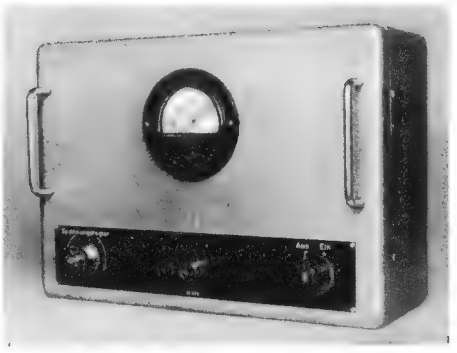
Dieser Drosseleingang hat zudem den Vorteil, daß die Ausgangsspannung viel weniger von der Belastung abhängt als bei einer Schaltung mit Ladekondensator. Dies ist eine bekannte Erscheinung bei Netzgleichrichtern, die man z. B. beim Betrieb von B-Verstärkern ausnutzt, um trotz Belastungsschwankungen die Gleichspannung annähernd stabil zu halten. *Bild 2* zeigt eine solche mit diesem Netzgerät aufgenommene Kurve für verschiedene Belastungen; man sieht, daß für Ströme von 30 bis 100 mA die Spannung nur von 250 auf 220 Volt absinkt.

Auf die Drossel Dr 1 in Bild 1 folgt ein Siebkondensator von 32 µF und darauf ein weiteres Siebglied mit der Drossel Dr 2 und einem zweiten Kondensator zu 32 µF, an dem dann eine saubere Gleichspannung zur Verfügung steht. Je kürzer die Stromimpulse durch die Thyratronröhren sind, desto niedriger ist die Gleichspannung. Zur Spannungskontrolle dient ein Schalttafelinstrument für 250 V Vollausschlag.

Mit einem einfachen 0,5-W-Regler für R_3 kann man auf diese Weise die Ausgangsspannung in weiten Grenzen regeln und dabei Ströme bis zu 100 mA entnehmen. *Bild 3* gibt einige bei dem Modell mit dem Oszillografen aufgenommenen Kurven wieder, sie lassen nochmals die Wirkung der Anschnittsteuerung erkennen. Um diese Kurven aufzunehmen, muß man die Drosseln und Siebkondensatoren abtrennen und lediglich einen ohmschen Belastungswiderstand zwischen den Katoden der Röhren und der negativen Bezugsleitung anschließen. Die daran liegende Spannung wird dem Oszillografen zugeführt. Sie ist proportional den durch den Widerstand fließenden Stromstößen und ergibt die eindeutigen Kurvenzüge von Bild 3. Die Siebglieder würden die Kurvenform verfälschen.

Die hier beschriebene Schaltung wird in der industriellen Elektronik auch zu anderen Zwecken verwendet. So ist es z. B. normalerweise nicht möglich, die Helligkeit von Leuchtstofflampen zu regeln, denn sie benötigen stets die volle Betriebsspannung zum Zünden und würden beim Herabregeln der Spannung stark flackern. Schaltet man jedoch ein solches Thyratron - Steuergerät *ohne Siebkondensator* zwischen Netz und Lampenkreis, dann bleibt bei einer solchen Anschnittsteuerung der Scheitelwert der Wechselspannung erhalten. Es wird lediglich die dem Netz entnommene Leistung verringert, weil während der Anschnittzeiten die Thyratrons sperren und somit kein Strom verbraucht wird. Mit einem solchen Gerät kann man daher z. B. die Helligkeit von Bühnenbeleuchtungen, die mit stromsparenden Leuchtstoffröhren ausgerüstet sind, stetig regeln.

Gleichrichter mit Anschnitt - Steuerung dienen auch zum Betrieb von Gleichstrommotoren. Leistung und Drehzahl lassen sich auf diese Weise mit geringem Aufwand den verschiedenen Arbeitsbedingungen anpassen, was bekanntlich bei Wechselstrommotoren schwierig ist.



Thyratron-Netzgerät M 575

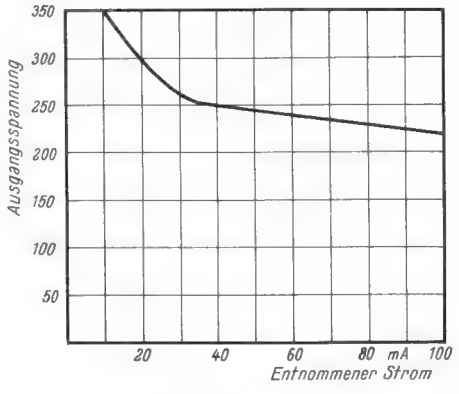


Bild 2. Verlauf der Ausgangsspannung bei verschiedenen Belastungen. Regler R_3 auf größte Ausgangsspannung eingestellt

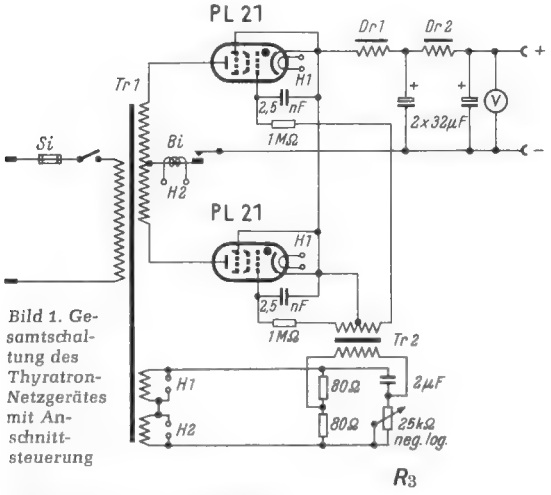
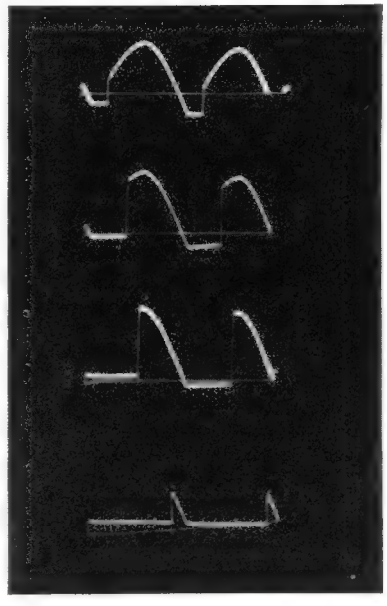


Bild 1. Gesamtschaltung des Thyratron-Netzgerätes mit Anschnittsteuerung

Das hier beschriebene Thyratron-Netzgerät M 575 wurde im FUNKSCHAU-Laboratorium gebaut



Rechts: Bild 3. Oszillogramme von angeschnittenen Halbwellen, aufgenommen am Netzgerät M 575; von oben nach unten wurde jeweils mit dem Phasenschieberregler der Zündzeitpunkt so verschoben, daß die Stromhalbwellen immer schmaler werden

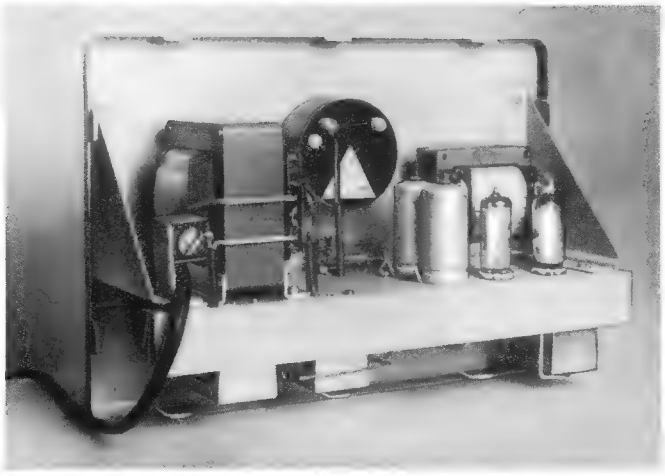
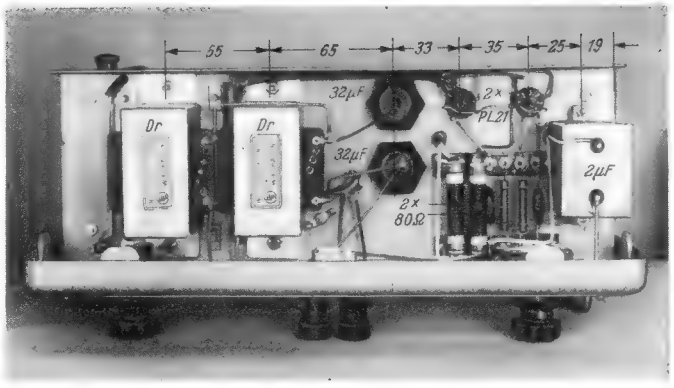


Bild 4. Aufbau des Thyratron-Netzgerätes M 575



Oben: Bild 5. Unterseite des Chassis mit Richtmaßen

So bildet diese Schaltung ein gutes Studienobjekt für denjenigen, der sich in die industrielle Elektronik einarbeiten will.

Der mechanische Aufbau des Gerätes

Der mechanische Aufbau und die Verdrahtung des Gerätes bieten keine Schwierigkeiten. Für das Modell wurde ein Leistner-Gehäuse mit den Abmessungen 300×210×105 mm (Breite × Höhe × Tiefe) verwendet (vgl. Foto auf Seite 625). *Bild 4* stellt die Rückansicht des Chassis dar. Rechts sitzt der Netztransformator, links befinden sich der Gegentaktübertrager für den Phasenschieber und die beiden Thyratrons. In *Bild 5* sind Richtmaße für die Anordnung der Teile unterhalb des Chassis eingetragen. Als interessantes Bauteil sei noch der Thermoschalter Bi der Firma Mozar in *Bild 6* gezeigt. Er ist in der Art eines Relais-Federsatzes aufgebaut, die Heizwicklung ist von den Kontaktfedern isoliert. Die eigentliche Schaltfeder steht unter starker mechanischer Vorspannung und ist so ausgebildet, daß bei bestimmter Erwärmung (oder Abkühlung) der Bimetall-Streifen ruckartig in die untere Stellung springt, um den Kontaktfunken schnell abzureißen. Der Thermoschalter wird unterhalb des Instrumentes (Bild 4) eingebaut. Als Netzschalter wurde ein Drehschalter verwendet, um einen symmetrischen Knopf zum eigentlichen Spannungsregler anordnen zu können. Eine gravierte Bedienungsplatte gibt dem Gerät ein gutes Aussehen. Weitere Einzelheiten über die Bauelemente sind der Stückliste zu entnehmen.

Für die Verdrahtung ist zu beachten, daß die Heizleitungen des Thyratrons nicht mit den Katoden verbunden werden dürfen, weil sonst die Funktion des Phasenschiebers gestört wird. Der Regler R_3 ist so anzuschließen, daß der flache Teil der logarithmischen Widerstandskurve bei kleinen eingestellten Werten von R_3 wirksam ist. Wenn dann die Ausgangsspannung bei Rechtsdrehung kleiner wird, ist die Sekundärwicklung des Übertragers Tr 3 oder die Hochspannungswicklung des Transformators Tr 1 umzupolen. Damit die Anodenspannung erdfrei ist, um in bestimmten Fällen auch negative Spannungen gegen Erde entnehmen zu können, darf die Schaltung nirgends mit Masse verbunden werden. Auch sind die Elektrolytkondensatoren isoliert auf dem Chassis zu befestigen. Im übrigen sind die Daten der verwendeten Einzelteile ziemlich unkritisch. Man kann auch eine höhere Anodenspannung erzielen, da die PL 21 mit maximal 400 V_{eff} belastbar ist.

Im Modell verwendete Einzelteile

Widerstände

2 Stück 1 MΩ ± 10 %/0,5 W; 2 Stück 80 Ω ± 1 %/4 W; 1 Drehregler 25 kΩ, negativ logarithmisch (Listen Nr. 102 von W. Ruf KG)

Kondensatoren

2 Stück 2,5 nF, 500/1500 V; 1 Stück 2 µF, Becherkondensator 160 V; 2 Stück Elektrolytkondensatoren je 32 µF 450/500 (Valvo)

Transformatoren und Drosseln

Tr 1 Netztransformator, prim. 220 V, sek. 2 × 340 V/80 mA; H 1 = 6,3 V/2,7 A; H 2 = 6,3 V/1 A (Listen-Nr. N 80/2, Fa. Engel, Wiesbaden)

Tr 2 Gegentakt - Eingangsübertrager (Listen - Nr. EÜ 3 G, Fa. Engel, Wiesbaden)

Dr 1 Siebdrossel, ca. 50 Ω/25 Henry, 6,0 cm² Eisenquerschnitt 1650 Wdg. 0,3 CuL

Dr 2 Siebdrossel, ca. 175 Ω/10 H/100 mA (Listen-Nr. ND 100, Fa. Engel, Wiesbaden)

Sonstige Bauteile

1 Anzeigeinstrument Typ ED 63, 250 V, Fa. Neuberger, München

2 Thyratrons PL 21, Valvo

2 Miniatur-Röhrenfassungen Nr. 5419/13, Fa. Preh, Bad Neustadt/Saale

1 Standardgehäuse 300×210×105 mm, Fa. Leistner, Hamburg

1 gravierte Bedienungsplatte M 575, Fa. Kiefer, Singen/Hohentwiel

2 Drehknöpfe, Nr. K 551, Fa. Mozar, Düsseldorf

2 Apparateklemmen (schwarz und rot)

1 Drehschalter, zweipolig, Nr. 4368, Preh, Bad Neustadt/Saale

1 Sicherungshalter mit Feinsicherung 0,5 A, Wickmann

1 Thermoschalter (Bimetallschalter), Heizwicklung für 6,3 V, Best. Nr. S 54344, Ing. Dr. Paul Mozar, Düsseldorf

Kleinmaterial, Schrauben, Schaltdraht, Netzkabel mit Schukostecker, 2 sechspolige Lötösenleisten

Radiopraktiker und Werkstätten beziehen die für den Nachbau erforderlichen Spezialteile zweckmäßig auf dem üblichen Weg, d. h. von ihrer Fachgroßhandlung bzw. über ihre Radio-Fachhandlung. An die angegebenen Herstellerfirmen wende man sich wegen einzelner Stücke nur dann, wenn die benötigten Teile im Fachhandel nicht erhältlich sind.

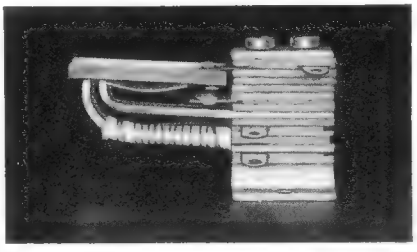


Bild 6. Thermischer Bimetall-Zeitschalter der Firma Mozar

Literatur

Eigenschaften und Anwendung von Thyratrons

1. Röhren-Handbuch von Ing. Ratheiser, 2. Auflage, Seite 32, 82, 295. Franzis-Verlag, München
2. Steuerbare Elektronen- und Ionenröhren. ELEKTRONIK 1952, Nr. 1, Seite 3. Beilage zur Ingenieur-Ausgabe der FUNKSCHAU 1952, Heft 7
3. Gleichrichterschaltungen mit Ionenröhren. ELEKTRONIK 1952, Nr. 2, Seite 10. Beilage zur Ingenieur-Ausgabe der FUNKSCHAU 1952, Heft 10
4. Zündkennlinien und Gittersteuerung von Ionenröhren. ELEKTRONIK 1952, Nr. 4, Seite 26. Beilage zur Ingenieur-Ausgabe der FUNKSCHAU 1952, Heft 16
5. Elektronische Lichtsteuerung. ELEKTRONIK 1953, Nr. 1, Seite 1. Beilage zur Ingenieur-Ausgabe der FUNKSCHAU 1953, Heft 2
6. Die Steuerung von Gleichstrommotoren über Ionenröhren. ELEKTRONIK 1953, Nr. 1, Seite 3. Beilage zur Ingenieur-Ausgabe der FUNKSCHAU 1953, Heft 2
7. Steuerkennlinien und Spannungsverstärkung von Gleichrichterschaltungen. ELEKTRONIK 1953, Nr. 3, Seite 19. Beilage zur Ingenieur-Ausgabe der FUNKSCHAU 1953, Heft 7
8. Horizontalsteuerungen für Thyratrons. ELEKTRONIK 1955, Nr. 9, Seite 209
9. Die Steuerungen einphasiger Wechselstromleistungen mit Thyratrons. ELEKTRONIK 1956, Nr. 1, Seite 9

Phasenschieber

10. Der Phasenschieber als Element der Gittersteuerung. ELEKTRONIK 1952, Nr. 3, Seite 18. Beilage zur Ingenieur-Ausgabe der FUNKSCHAU 1952, Heft 13

Vektordarstellung

11. Formelsammlung für den Radiopraktiker, von Georg Rose. Radio-Praktiker-Bücherei Nr. 68/70. Franzis-Verlag, München.

Filter mit L-Eingang bei Gleichrichtern

12. Röhren-Handbuch von Ing. L. Ratheiser, 2. Auflage, Seite 67. Franzis-Verlag, München
13. Funktechnische Arbeitsblätter Stv 12, Bemessung von Netzgleichrichter-Schaltungen. Franzis-Verlag, München

In Heft 1 des Jahrgangs 1958 der FUNKSCHAU beginnt eine Aufsatzreihe mit dem Titel

Die Berechnung von Drosseln, Netztransformatoren und Nf-Übertragern

von Ing. O. Limann

Diese Reihe behandelt knapp und gut verständlich die Grundlagen dieses Gebietes und erläutert die verschiedenen Einflüsse der Werkstoffe und Betriebswerte. Diagramme, Tabellen und Berechnungsbeispiele geben das für die Praxis erforderliche Rüstzeug, um mit vernünftigem Zahlenaufwand zu brauchbaren Ergebnissen zu kommen. Die Redaktion wird besonders bemüht sein, diese Beiträge so anzuordnen, daß sie herausgetrennt und als ständiges Hilfsmittel verwendet werden können. Darum versäume niemand, diese Aufsatzreihe von Anfang an lückenlos zu sammeln!

FRANZIS-VERLAG, München 2

Ein Streifzug durch die Interkama

Die Interkama, die internationale Ausstellung für Meßtechnik und Automation in Düsseldorf, zeigte eine solche Fülle von interessanten Meßgeräten, daß wir uns auf eine ganz knappe Auswahl beschränken müssen. Ein ausführlicher Bericht wird im Januarheft 1958 der Zeitschrift ELEKTRONIK des Franzis-Verlages erscheinen.

Es wäre leicht, von der Interkama einen ausführlichen Bericht nur für den Hf-Techniker zu bringen, der ausschließlich Hf- und Nf-Meßgeräte aufzählt, aber – wer die Ausstellung nicht besucht hat, würde dadurch einen falschen Eindruck empfangen. Die Interkama bot eine umfassende Informationsmöglichkeit über die *gesamte* elektrische Meßtechnik, darum soll der folgende Überblick alle Gebiete streifen.

Eine branchenmäßige Gliederung der Hallen, etwa nach Meßgeräten auf elektrischer, auf Gas-, Luftdruck-, Wasser- oder Wärmebasis war bei der Interkama nicht möglich. Die meisten Firmen zeigten ein umfangreiches Fertigungsprogramm, so daß die Stände nicht nach bestimmten Gesichtspunkten aneinandergereiht werden konnten. Außerdem wurde auf den Repräsentationsständen ausländischer Aussteller die Industrie eines Landes jeweils geschlossen gezeigt. Frankreich war mit einer besonders umfangreichen Kollektivschau vertreten, aber auch England, Italien und die Schweiz belegten mehrere hundert Quadratmeter. Weiter trugen zu dem internationalen Angebot Belgien, Dänemark, Kanada, die Niederlande, Österreich und die USA bei. Auch eine ungarische Firma war mit einem Stand vertreten. Insgesamt zeigten über 300 Firmen auf rund 24 000 Qudratmetern Ausstellungsfläche Geräte der Meß- und Regeltechnik und vollständige Anlagen zum Messen, Überwachen und Automatisieren. Von den deutschen Firmen, die mit besonders anschaulichen und umfangreichen Ständen vertreten waren, seien die AEG und Telefunken, Hartmann & Braun, Siemens sowie Rohde & Schwarz genannt.

Meist genügt es auf einer Ausstellung, die zum Verkauf stehenden Gegenstände zu zeigen. Bei der Meßtechnik und Automatik handelt es sich aber um ein so schwieriges technisches Geschäft, daß damit allein kein ausreichender Erfolg erzielt werden würde. Hier muß das Fachgespräch im Mittelpunkt der Veranstaltung stehen. Deshalb fand gleichzeitig ein mehrtägiger Kongreß statt, der Übersichtsvorträge über die wichtigsten Themen des Arbeitsgebietes *Industrielles Messen und Regeln* bot, und in speziellen Fachtagungen wurden Einzelprobleme der modernen Meßtechnik behandelt. Welches Interesse dieser Kongreß weckte, geht daraus hervor, daß der Vortragssaal stets bis in die hinteren Reihen mit schätzungsweise tausend Zuhörern gefüllt war. Mit Hilfe einer Philips-Simultan-Dolmetscheranlage konnte man die Vorträge wahlweise auch in englischer und französischer Sprache abhören.

Während der Ausstellung fanden außerdem Instrumentenkurse statt, in denen Eigenschaften, Bedienung und Instandhaltung von Meßgeräten behandelt wurden. Diese Kurse wurden von den Ausstellerfirmen für ihre eigenen Geräte abgehalten. Die Anmeldungen dazu waren so zahlreich, daß manche Kurse bis zu viermal wiederholt werden mußten.

Neue Formen bei Meßinstrumenten

Meßgeräte sind nicht nur sachlich technische Erzeugnisse, sondern unterliegen auch einem äußeren Formenwandel, und gerade jetzt scheint sich hier eine Umstellung anzubahnen. Die konventionellen Zeigerinstrumente mit ihren schwarzen runden oder rechteckigen Gehäusen werden bereits verschiedentlich abgelöst durch schwingende, die Konturen des Meßwerks andeutende, farbig getönte Gehäuseprofile. Sie finden, wie Gossen uns mitteilt, sehr großen Anklang. Auch

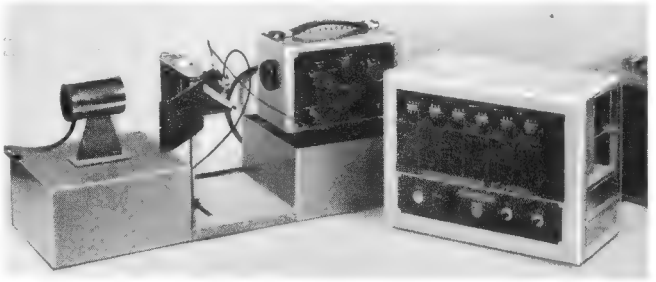


Bild 1. Verschlußzeit-Meßgerät, aufgebaut mit Valvo-Dezimal-Zähleinheiten, bestückt mit der Zählröhre E 1 T

für Gehäuse von größeren Meßgeräten benutzt man nicht mehr überall den einförmig grauen Hammerschlaglack. Eine Meßbrücke von Norma, Wien, zeigte sich in sattem Grün, das bestimmt in Prüffeldern Anklang finden wird, besonders wenn Frauen an einem solchen Gerät arbeiten. Daneben konnte man freilich auch noch sehr konservativ gestaltete Geräte sehen, so z. B. am britischen Gemeinschaftsstand und bei einigen französischen Firmen. Dort gab es noch Geräte mit tiefschwarzer Bedienungsplatte und hochglanzvernickelten Knöpfen und Skalen, wie sie bei uns vor vielen Jahren üblich waren.

Eine elegante Linienführung fiel beim *Helcoscriptor* der Firma Hellige auf. Dies ist ein Registriergerät etwa in Form einer Reiseschreibmaschine. Es ist interessant zu erfahren, wie sich hier entferntliegende Fachgebiete gegenseitig befruchten. Dieser Schreiber wurde ursprünglich für medizinische Zwecke entwickelt. Ein Arzt in Kairo aber beispielsweise mag in seinem warmen Land kein Registriergerät mit mehreren Kilo Gewicht mühsam umherschleppen. Deshalb mußten Gewicht und Form des Schreibers so gestaltet werden, daß er sich leicht und bequem tragen ließ. Das ergab eben die Gestalt einer Aktentasche oder Reiseschreibmaschine. Nachdem die Wünsche der Mediziner die Form bestimmt hatten, fand sie auch in der übrigen Meßtechnik guten Anklang. Technisch interessant dabei ist, daß dieses Gerät mit einem Vierpol-Drehmagnetsystem und einem zweistufigen Gleichspannungsverstärker mit ungewöhnlich hoher Nullpunktkonstanz arbeitet[1]).

Oszillografen und Zählgeräte bei der Messung nichtelektrischer Größen

Zwei Geräte der elektronischen Meßtechnik findet man in fast allen Einrichtungen zur Messung nichtelektrischer Größen wieder. Es sind dies der Elektronenstrahl-Oszillograf und das Zählgerät. Elektronenstrahl-Oszillografen in den verschiedensten Ausführungen sah man so zahlreich, daß selbst ein Spezialist mehrere Tage benötigte, um sie alle kennenzulernen. Neben den Zählgeräten mit der bekannten Zählröhre E 1 T, die man an vielen Ständen antraf, waren auch interessante andere Konstruktionen zu sehen. So stellte Valvo verschiedene ausschließlich mit Kaltkatodenröhren und Transistoren bestückte Dezimal-Zähleinheiten aus. Sie sind mit gedruckter Schaltung ausgerüstet und die Zählstufen, zehn Röhren vom Typ Z 70 U, sind in einer senkrechten Reihe untereinander angeordnet (*Bild 2*). Die jeweils gezündete Röhre läßt durch ihr Aufleuchten die zugeordnete Ziffer erkennen. Ordnet man in Zählgeräten mehrere solcher Einheiten nebeneinander an, so läßt sich eine mehrstellige Zahl besser ablesen als bei Zählgeräten mit der Röhre E 1 T. Die maximale Zählgeschwindigkeit dieser Kaltkatoden-Universalzähler beträgt 2,5 kHz. Dies genügt für viele technische Zwecke, und man hat damit den Vorteil, daß Anheizzeiten und der Stromverbrauch für die Heizung von Röhren entfallen.

---

[1]) Die Schaltung dieses Verstärkers wird in der ELEKTRONIK Heft 1/1958 des Franzis - Verlages veröffentlicht.

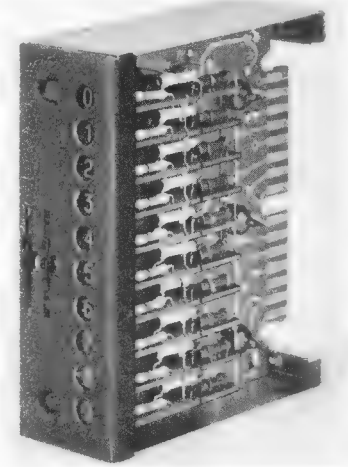


Bild 2. Dezimal-Zähleinheit von Valvo mit Kaltkatodenröhren und gedruckter Schaltung

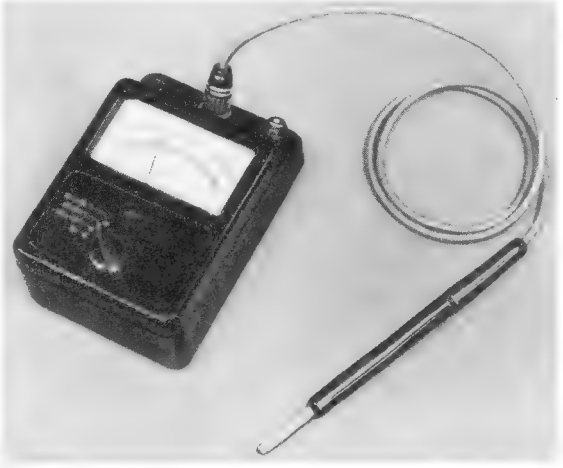


Bild 3. Das handliche Temperaturmeßgerät Thermizet von Siemens & Halske

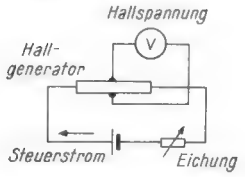


Bild 4. Prinzip der Magnetfeldmessung mit Hallsonde

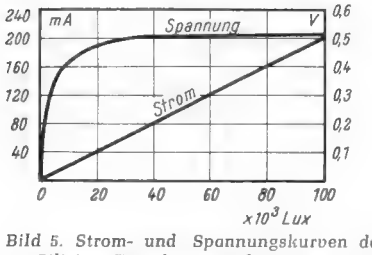


Bild 5. Strom- und Spannungskurven der neuen Silizium-Fotoelemente der Firma B. Lange

Verschlußzeitmessung bei Fotoapparaten

Als Beispiel für das Messen nichtelektrischer Größen mit elektronischen Mitteln sei das von Valvo aufgebaute Verschlußzeit-Meßgerät für Fotoapparate erwähnt *(Bild 1)*. Es arbeitet mit einem Zählgerät als Kurzzeitmesser und einer Fotozellenanordnung. Das Licht einer Lampe wird durch den Fotoapparat geschickt; während der Öffnungszeit des Verschlusses fällt es auf die Fotozelle, der Zähler startet und läuft solange, wie die Fotozelle belichtet wird, und man kann dann unmittelbar das Ergebnis an den Zählröhren ablesen.

Meßwertwandler formen mechanische in elektrische Werte um

Zahlreich sind die Ausführungsformen der Geber oder Meßwertwandler, die nichtelektrische Größen in elektrische umwandeln. Kapazitive und induktive Geber formen kleine Längenänderungen oder Drücke in entsprechende Spannungen um. Der kapazitive Geber der dänischen Firma Disa z. B. ist im Prinzip ähnlich wie ein Kondensatormikrofon aufgebaut. Er wird verwendet, um Drücke in Diesel- und Ottomotoren, Turbinen, Düsenantrieben usw. zu messen. Der Druck biegt die Membran durch, und die Kapazitätsänderung moduliert die Frequenz eines Schwingkreises. Die entsprechende Spannungsänderung hinter einem Diskriminator schreibt dann den Verlauf des Druckvorganges an einem Oszillografen.

Für Temperaturmessungen haben neben den klassischen Verfahren in neuerer Zeit die Halbleiterelemente große Bedeutung erlangt. Das Temperaturmeßgerät *Thermizet* von Siemens & Halske ist ein kleines Meßinstrument in der Größe eines Vielfachmessers *(Bild 3)* mit einer kleinen Prüfsonde, in der sich ein temperaturabhängiger Widerstand befindet, der den vierten Zweig einer Brückenschaltung bildet. Mit dieser Sonde kann man leicht an versteckte Stellen, z. B. an Transformatoren und Motoren, herankommen, um Temperaturen im Bereich von $-20°$ C bis $+ 180°$ C am Instrument anzuzeigen.

Drehzahlen mißt man heute vollkommen leistungslos mit lichtelektrischen Geräten. Auch hier sind Halbleiterelemente robuster und einfacher als Vakuum-Fotozellen, die anderen wichtigen Aufgaben vorbehalten bleiben. Beim lichtelektrischen *Zählerabtastgerät* der AEG wird eine Cadmium-Sulfid-Zelle verwendet. Der Rand der Zählerscheibe trägt Markierungen, ein darauffallender Lichtstrahl wird von den dunklen Stellen weniger reflektiert. Diese Helligkeitsschwankungen werden von der Cadmium-Sulfid-Zelle in Widerstandsänderungen umgesetzt, und über einen Verstärker und ein Anzeigeinstrument läßt sich die Drehzahl des Zählers bzw. die Eichung unmittelbar verfolgen.

Zu den Meßwertwandlern zählen auch die *Hallgeneratoren*, von denen Siemens ein umfangreiches Programm führt. Sie bestehen aus kleinen Plättchen von Indium-Antimonid oder Indium - Arsenid. Schickt man durch diese Plättchen einen Strom und bringt sie so in ein Magnetfeld, daß die Magnetfeldlinien senkrecht durch die Oberfläche treten, dann kann man quer zur Stromrichtung eine Spannung, die sog. Hallspannung, abgreifen *(Bild 4)*. Sie ist ein Maß für die Größe der magnetischen Induktion. Mit dem von Siemens gezeigten Magnetfeld-Meßgerät mit Hallsonde *(Bild 6)* können permanente Felder mit Feldstärken von 50...20 000 Oersted einfach und rasch gemessen werden. Das Magnetfeld-Meßgerät ist ein tragbares Betriebsmeßgerät in Stahlblechgehäuse mit fest angeschlossener Hallsonde und eingebautem Drehspul-Millivoltmeter. Das Instrument hat eine Dreifachskala, die in Oersted geeicht ist. Mit einem Drehschalter lassen sich sechs Meßbereiche wählen. Als Stromquelle für den Steuerstrom dienen ein gasdichter 1,2-V-Akkumulator und ein Netzteil zum Laden der Batterie und zum Messen bei langdauernden Meßreihen im Pufferbetrieb. Infolge der Kleinheit der Sonde lassen sich

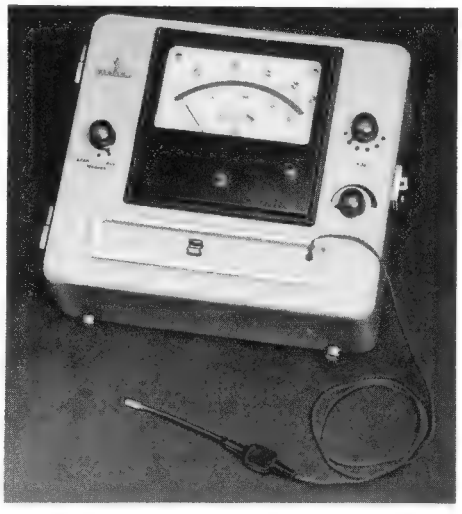


Bild 6. Magnetfeldmeßgerät mit Hallsonde von Siemens & Halske

damit die Feldstärken auch in engen Schlitzen von Permanentmagneten ausmessen. Die Arbeitsweise ist so einfach, daß das Gerät von angelernten Kräften am Prüftisch oder im Verlauf der Fertigung bedient werden kann. Bei einer erweiterten Ausführung ist es möglich, mit Hilfe eines Oszillografen auch Wechselfelder auszumessen.

Silizium-Fotoelemente hoher Leistung

Auf dem Gebiet lichtelektrischer Halbleiter hat seit jeher die Fa. Dr. B. Lange, Berlin-Zehlendorf, Pionierarbeit geleistet. Sie brachte nunmehr zur Interkama Silizium-Fotoelemente heraus, die den Vorteil haben, daß der bei Belichtung entstehende *Fotostrom* bis zu hohen Beleuchtungsstärken linear ansteigt. Die *Fotospannung* läuft zuerst logarithmisch und erreicht bei mittleren Beleuchtungsstärken einen Grenzwert von 0,5...0,6 V *(Bild 5)*. Die Leistung dieser Zellen ist etwa 10mal so groß wie die anderer Fotoelemente. Siliziumzellen finden daher nicht nur vorteilhafte Anwendung für Meß- und Schaltgeräte, sondern dienen auch zum Betrieb von Transistorverstärkern und zur Ladung von Akkumulatoren mit lichtelektrisch erzeugtem Strom. 1 cm² Zellenfläche gibt eine Leistung von etwa 6 mW bei einer Beleuchtung mit 100 000 Lux. Nahezu 10 % der auffallenden Sonnenstrahlen werden in elektrischen Strom umgewandelt. Eine Zelle von 30 mm Durchmesser liefert Ströme bis zu 0,4 A. Die Eigenschaften sind sehr konstant, und selbst bei hohen Beleuchtungsstärken tritt keine Ermüdung auf. Die Zellen sind auch hochempfindlich für Infrarot, so daß man in Schaltanlagen aller Art mit praktisch unsichtbaren Lichtstrahlen arbeiten kann. Die Preise für eine Zelle liegen zwischen 25 und 75 DM.

Das Getriebegeräusch meldet den Ausschuß

Der *Drehgeräusch-Analysator* von Rohde & Schwarz geht auf ein Verfahren der akustischen Meßtechnik zurück. Um Tonfrequenzschwingungen zu analysieren, benutzt man Geräte, die das Frequenzspektrum in seine Komponenten zerlegen und deren Amplituden ausmessen. Nun ist jedes Zahnradpaar eines Getriebes ein Generator, der je nach der mechanischen Güte der Räder ein mehr oder weniger starkes Geräusch erzeugt. Die Amplituden der Zahnfrequenz und deren Oberwellen stellen ein Maß für die Güte eines Zahnradgetriebes dar. Für diese Prüfung wurde eine besondere Anlage entwikkelt, mit der man maximal vier Teiltöne, also z. B. die Grundwelle und die erste, zweite und dritte Harmonische gleichzeitig messen kann. Die Anlage arbeitet automatisch, d. h. einmal auf die entsprechenden Prüfwerte eingestellt, sind vom Prüfer keine weiteren Handgriffe mehr erforderlich. Das Vierganggetriebe eines Kraftwagens wird z. B. eingespannt und in allen Gängen mit verschiedenen Drehzahlen durchgefahren. Dabei zeigen Instrumente sofort die Meßwerte an, während Signalglimmlampen aufleuchten, wenn die eingestellte Toleranzgrenze überschritten wird. Eine für das Volkswagenwerk gebaute Anlage wurde so weitgehend automatisiert, daß fehlerhafte Getriebe selbsttätig unter Angabe des jeweiligen Fehlers ausgeschieden werden, so daß jede menschliche Unzulänglichkeit bei der Prüfung ausgeschaltet ist.

Radio-Isotopen als Meßspannungsquellen

Ausschließlich die elektronische Meßtechnik ist auch in der Lage, die vielfältigen Formen radioaktiver Strahlung zu messen, und fast alle größeren Firmen sowie viele

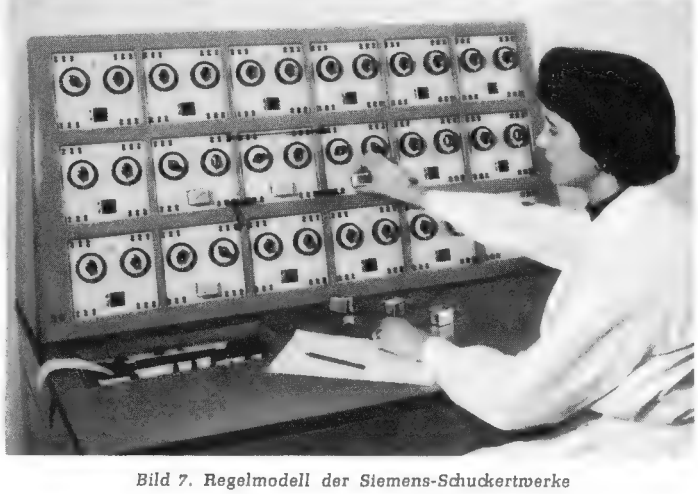


Bild 7. Regelmodell der Siemens-Schuckertwerke

mittlere und kleinere Spezialunternehmen sind auf diesem Gebiete tätig. Eine solche Anlage setzt sich aus zahlreichen Bausteinen zusammen, angefangen bei den eigentlichen Prüfaufnehmern für die Präparate, den Zählrohren, Verstärkern, Zählgeräten, Registriereinrichtungen usw. Aber nicht nur reine wissenschaftliche Laboratoriumsanlagen zur Messung radioaktiver Strahlungen werden gebaut, sondern radioaktive Präparate selbst dienen in vielen Fällen als Hilfsmittel für technische Messungen, so zur *Füllstandsmessung von Behältern*, ein Verfahren, das die AEG vorführte.

Die Fa. Frieseke & Höpfner baut *Dickenmeßgeräte* für die Fabrikation von Kunststoffolien, Blechbändern usw. Das radioaktive Präparat befindet sich hierbei auf der Unterseite der Walzbahn. Mit Hilfe einer drehbaren Abdeckblende wird die Intensität der Strahlung ohne das zu messende Material auf einen Eichwert eingestellt. Ein Zählrohr auf der Oberseite der Bahn mißt die Intensität, die über einen Verstärker und ein Registriergerät angezeigt wird. Bei der Vorführung ergab eine hauchdünne transparente Kunststoffolie beim Einführen in den Schlitz des Meßgerätes bereits eine Auslenkung über die halbe Breite des Registrierwerkes. Weitere Zusätze zur Anlage lassen nicht nur die absolute Dicke des Werkstoffes erkennen, sondern auch die Abweichungen von einem vorgegebenen Mittelwert.

Regeltechnik und Analogrechner

Neben der *Meßtechnik* stellt die *Regelungstechnik* ein umfangreiches Gebiet in den modernen Fertigungsverfahren dar. Um bei dem eben erwähnten Beispiel einer Dickenmessung zu bleiben: man kann nicht nur die Dicke dieser Werkstoffbahn messen, sondern beim Überschreiten von Grenzwerten die Walzen, mit denen das Material heruntergewalzt wird, automatisch so nachstellen lassen, daß sich wieder der Sollwert der Dicke einregelt. Die Regelung dient hier also zur Automatisierung des gesamten Fertigungsablaufes.

Regler, also Vorrichtungen, die beim Überschreiten bestimmter Meßwerte eine Nachstellgröße abgeben, um den richtigen Zustand wieder herzustellen, werden als Bausteine für die vielfältigsten Zwecke gefertigt. Bei fast allen Regelproblemen verschafft man sich heute zuvor durch *Analogrechner* Klarheit über die Wirksamkeit der Regelung und über den Einfluß von Störgrößen. Mit einer unglaublichen Fertigkeit und Sicherheit übersetzen die Mathematiker und Physiker, die solche Analog-Rechenmaschinen bedienen, die Einzelheiten einer Regelanlage in elektrische Glieder, und am Oszillografen des Gerätes sieht man sofort die Einflüsse von Störungen oder die Ausbildung von Regelschwingungen. Ferner kann man den Einfluß beobachten, der sich bei verschiedener Bemessung einzelner Teile der Regelstrecke ergibt. Solche vorzugsweise für das Studium von Regeleinrichtungen dienenden Analogrechner wurden z. B. von den Firmen Askania, BBC, Hartmann & Braun, Siemens *(Bild 7)*, Telefunken sowie Wandel & Goltermann gezeigt. Man bedient sich für die Bausteine dieser Automaten der fortschrittlichsten Verfahren mit Transistoren und gedruckten Schaltungen. Gerade Transistoren finden außerhalb der elektrischen Meßtechnik großen Anklang, weil sie im Gegensatz zu Röhren mechanisch vollständig unempfindlich sind und eine sehr hohe Lebensdauer besitzen.

Prüfgeräte für die Nachrichtentechnik

Nach diesem ganz flüchtigen Streifzug durch das Gebiet der Interkama seien jedoch auch einige spezielle Geräte für die Rundfunktechnik erwähnt. Ein Kernproblem der Hf-Meßtechnik ist der Bau einwandfreier Hf-Spannungsteiler. Die Firma Wandel & Goltermann liefert nunmehr einen ohmschen Drehspannungsteiler nach dem Prinzip der bekannten Preh-Hf-Spannungsregler. Er teilt die Eingangsspannung stetig herab bis auf 60 dB, und zwar von Gleichspannung bis zu Frequenzen von 3000 MHz. Das kaum handgroße Aggregat ist vollständig dicht abgeschirmt und mit Feinantrieb und geeichter Skala versehen *(Bild 12)*. Der Preis beträgt ca. 350 DM.

Eine englische Firma *Advance*[2]) stellte ein ganzes Programm von Hf-Spannungsteilern aus. Der ohmsche Stufenspannungsteiler Typ A 38 ($Z = 75\ \Omega$) teilt Frequenzen bis zu 300 MHz in vier Stufen zu je 20 dB, also insgesamt um 80 dB herunter. Der Preis beträgt ca. 85 DM. Eine weitere interessante Konstruktion dieser Firma, der Typ A 63, ist vollständig koaxial aufgebaut. Eine Revolvertrommel fügt hier jeweils in die 75-Ω-Koaxialleitung ein richtig angepaßtes Dämpfungsglied ein, so daß man eine Gesamtspannungsteilung von 50 dB in Stufen zu je 10 dB erhält. Das Gerät ist für Frequenzen bis zu 3000 MHz brauchbar. Infolge der sehr hochwertigen Ausführung ergibt sich dafür allerdings ein Preis von rund 2000 DM.

Bei der Herstellung von nachrichtentechnischen Geräten beansprucht das Abgleichen von Schwingkreisen verhältnismäßig viel Zeit, wenn mit den bisherigen Verfahren zur Bestimmung des Resonanzmaximums gearbeitet wird. Werden solche Messungen von angelernten Kräften durchgeführt, so ist die rationelle Fertigung solcher Bauteile, zumindest aber die unbedingt notwendige hohe Genauigkeit nicht immer sichergestellt. Es müssen also Meßverfahren entwickelt werden, die bei geringsten Anforderungen an die Bedienung sehr schnell eine hohe Meßgenauigkeit erzielen lassen. Als zuverlässige Lösung hat sich das *Kreisvergleichsverfahren* ergeben. Hierbei wird der abzugleichende Kreis als Schwingkreis eines Generators geschaltet und die sich ergebende Frequenz mit der eines gleichartig aufgebauten Normalgenerators verglichen. Der Kreis ist richtig abgeglichen, wenn ein Transparent „Ab-

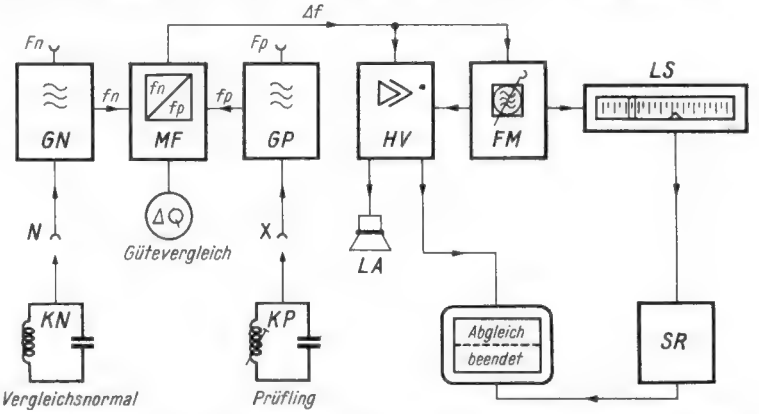


Bild 8. Prinzip des Kreisabgleichgerätes von Telefunken

gleich beendet" aufleuchtet *(Bild 8)*. Durch die gewählte Differenzfrequenzanordnung wird eine Abgleichgenauigkeit bis zu 10^{-5} erreicht. Da nur eine Ja/Nein-Entscheidung gefällt wird, ist mit diesem Meßverfahren eine Erweiterung auf vollautomatisches Abgleichen möglich. Dieses *Kreisabgleichgerät Typ AMG F–701* von Telefunken dient zunächst vorzugsweise zum Abgleichen vielkreisiger Filter in der Trägerfrequenztechnik. Prüfkreis KP und Normalkreis KN werden durch die Generatoren GP und GN zum Schwingen gebracht. Die erzeugten Frequenzen fp und fn werden in der Stufe MF gemischt. Die Differenzfrequenz Δf wird durch einen Tiefpaß ausgesiebt und auf die Frequenzmesserschaltung FM gegeben und durch das Lichtmarkensteuergerät LS angezeigt. Das Lichtmarkensteuergerät enthält einen Fotokontakt, der beim Überlaufen der Lichtmarke entsprechend der vorgewählten zulässigen Differenzfrequenz das Steuerrelais SR betätigt. Δf wird ferner auf den Verstärker HV gegeben und akustisch im Lautsprecher hörbar gemacht. Gleichzeitig leuchtet das Transparent „Abgleich" auf, und zwar um so heller, je niedriger die Differenzfrequenz, je besser also der Ab-

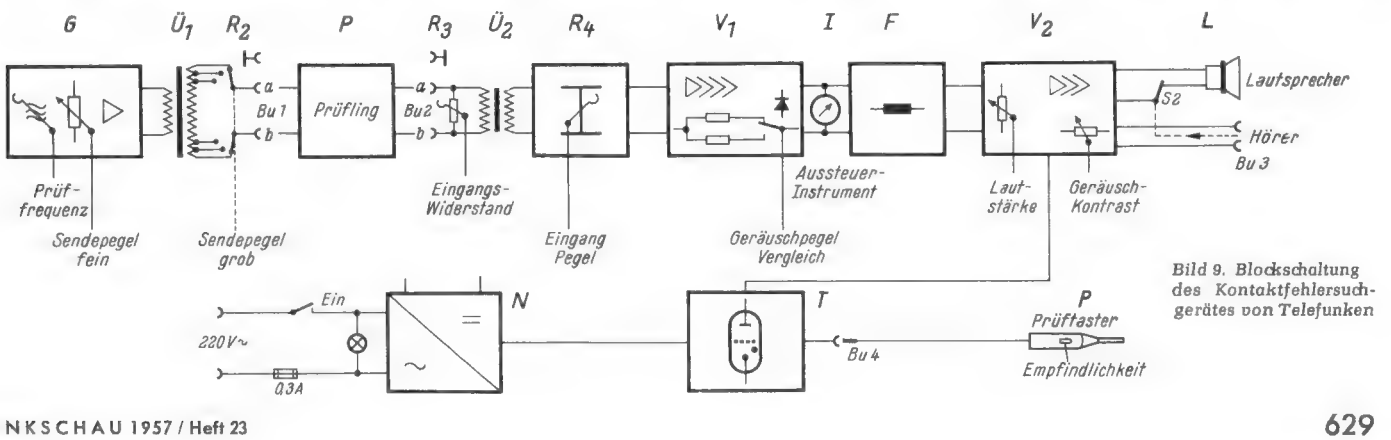


Bild 9. Blockschaltung des Kontaktfehlersuchgerätes von Telefunken

[2]) Vertrieb und Kundendienst: Brindi GmbH, München 23, Schließfach 202.

gleich ist. Außerdem leuchtet beim Unterschreiten des Grenzwertes zusätzlich, durch eine zweite Lampe über das Relais SR gesteuert, das Transparent „beendet" auf.

Jeder Techniker kennt die Tücken von Wackelkontakten. Um sie in der Fertigung aufzuspüren, wurde von Telefunken das *Kontakt - Fehlersuchgerät SP 718* entwickelt, dessen Blockschaltung *Bild 9* zeigt. Aus dem eingebauten Meßgenerator G können bis zu 13 Prüffrequenzen entnommen werden. Eine dieser Frequenzen wird dem Eingang des zu prüfenden Empfängers P zugeführt. Etwa vorhandene Kontaktfehler modulieren diese Prüffrequenz bei mechanischer Erschütterung des Prüflings. Durch hohe Meßverstärkung

Bild 10. „Wechselspannungsdetektor" der französischen Fa. Brion, Leroux & Cie., bestehend aus Suchspule, Transistorverstärker und Instrument

in V_1, Filterung im Tiefpaß F und Kontrastverschärfung in V_2 kann eine Wackelkontaktmodulation bis herab zu m = 0,001 akustisch signalisiert werden. Ein an das Kontakt-Fehlersuchgerät anschaltbares fehlergesteuertes elektromagnetisches Schlagwerk P/T bewirkt eine „Wackelkontakt - Rückkopplung". Man tastet mit dieser Sonde die verdächtigen Kontaktstellen ab, an der Fehlerstelle beginnt dann diese Sonde kräftig zu vibrieren.

Zwei kleine Hilfsinstrumente für den Praktiker seien noch erwähnt. Vorzugsweise der Elektrohandwerker benötigt einen Leitungssucher zum Auffinden von Leitungen unter Putz oder in der Erde, sowie zum Feststellen von Unterbrechungen und Kurzschlüssen in Leitungen und Kabeln. Der transistorbetriebene Leitungssucher der Metrawatt AG ist ein kleines handliches Taschenprüfgerät, bestehend aus Transistorverstärker, Anzeigeinstrument und Batterie. Zur Ortung der Leitungen dient die von dieser induzierte oder influenzierte Wechselspannung, die entweder von einer Spule oder einem Kondensator des Prüfgerätes aufgenommen, verstärkt und durch das eingebaute Meßwerk angezeigt wird. Mit einem Kopfhörer kann zusätzlich die Wechselspannung abgehört

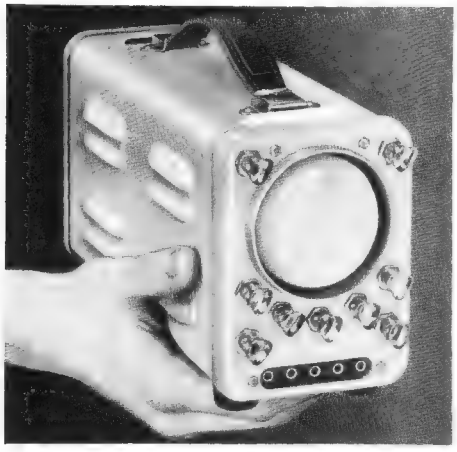


Bild 11. Klein-Oszillograf Modell 1039 M der britischen Firma Cossor

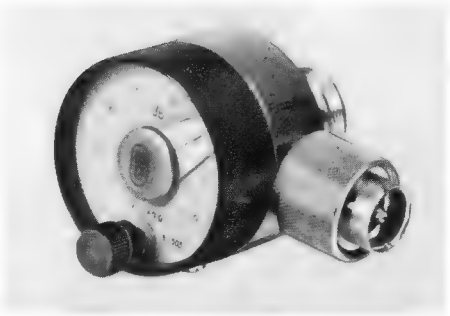


Bild 12. Hf-Spannungsteiler Typ RT–6330 von Wandel u. Goltermann

werden. Bei Annäherung an den Leiter nimmt der Zeigerausschlag oder die Lautstärke im Kopflörer zu. Unmittelbar über dem Leiter, sofern die Spulenachse senkrecht zu den Kraftlinien des Leiters liegt, ist ein scharfes Minimum zu erkennen. Eine von 1 A durchflossene Einfachleitung läßt sich noch in einem Abstand von 1 m sicher nachweisen. Eine Doppelleitung mit 8 mm Adernabstand und 1 A Strom ist noch in 15 cm Entfernung festzustellen.

Ähnlich aufgebaut ist der *Spannungssucher* der französischen Fa. *Brion, Leroux & Cie.* Er besteht ebenfalls aus Suchspule und Anzeigeinstrument. Die Empfindlichkeit des eingebauten Transistorverstärkers ist in vier Stufen umschaltbar *(Bild 10)*. Das Gerät dient nicht nur zum Suchen von Leitungen, sondern ganz allgemein zum Nachweis von Wechselspannungen. Es ist in französischen Stromversorgungsunternehmen vielfach obligatorisch eingeführt, jeder Monteur muß es in der Tasche bei sich tragen und Stromleitungen zunächst mit dem Gerät abtasten, ob sie wirklich spannungsfrei sind, bevor daran gearbeitet werden darf. Spannungen von 100-kV-Leitungen beispielsweise werden bereits aus mehreren Metern Entfernung von diesem Gerät angezeigt.

Zum Schluß sei hier noch in *Bild 11* das Modell eines *besonders leichten und kleinen Elektronenstrahl-Oszillografen* der britischen Firma Cossor Instruments Limited, London, gezeigt. Das Gerät enthält alle Bedienungselemente eines Einstrahloszillografen und ist für einen Frequenzbereich von 25 Hz bis 1,5 MHz bemessen. Die Kippfrequenz reicht von 10 Hz bis 50 kHz. Damit lassen sich alle Service-Arbeiten durchführen. Wir erwähnen diesen Oszillografen deshalb, weil in Kürze eine Bauanleitung für ein ähnlich kleines Modell in der FUNKSCHAU erscheinen wird.

Limann

Transistor-Prüfgerät

Ein sehr einfaches Gerät zum Prüfen von Transistoren arbeitet mit einer Oszillatorschaltung, bei der eine Stromregelung den Rückkopplungseinsatz kontrolliert und auf einer Skala anzeigt. Die Wirkungsweise geht aus dem *Schaltbild* hervor. Die Rückkopplung besorgt ein kleiner Transistor-Übertrager (2000 Ω/10 000 Ω), der umgekehrt angeschlossen ist, während das lineare oder logarithmische Potentiometer (kein Miniaturtyp) R 3 mit einem Widerstand von 1 kΩ den Schwingungseinsatz regelt, der mit einem Kopfhörer festgestellt werden kann. Emittervorspannung und Kollektorstrom werden zwei Batterien mit je drei Kleinzellen entnommen, deren Anschlüsse mit dem doppelpoligen Umschalter S 2 vertauscht werden können. Auf diese Weise können Transistoren vom pnp- wie auch vom npn-Typ geprüft werden. Für eine Begrenzung des Emitterstromes auf einen von der Transistorcharakteristik unabhängigen Standardwert von etwa 1 mA sorgt der Widerstand R 2.

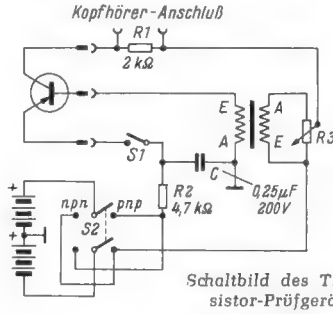
In den Daten amerikanischer Transistoren wird entsprechend der Steilheit in der Röhrencharakteristik der Beta-Wert angegeben, dessen Verhältnis zum Alpha-Wert unserer Transistordaten in der Formel

$$\text{Beta} = \frac{\text{Alpha}}{1 - \text{Alpha}}$$

wiedergegeben wird. Um diesen Beta-Wert zu messen, wird der Druckknopf S 1 gedrückt und das Potentiometer R 3 so eingestellt, daß an dem lauten Ton im Kopfhörer gerade der Rückkopplungseinsatz festgestellt werden kann. Der bei dieser Einstellung zwischen dem Schleifer und dem Batterieende des Potentiometers liegende Widerstand gibt nach folgender Tabelle ein Maß für den Beta-Wert

R 3	Beta	R 3	Beta
525 Ω	10	135 Ω	40
350	15	100	50
275	20	65	75
185	30	45	100
		20	200

Die Eichung der Potentiometerskala kann mit Hilfe eines Ohmmeters bei einseitig abgetrenntem Übertrager entsprechend diesen Widerstandswerten direkt in Beta-Werten erfolgen. Dabei ist aber zu beachten, daß diese vom verwendeten Übertragertyp abhängen. Für deutsche Übertrager muß das Verhältnis R 3 zu Beta mit Hilfe von Standardtransistoren neu gefunden werden.



Schaltbild des Transistor-Prüfgerätes

Mit dem Gerät kann außerdem noch eine Reihe weiterer Prüfungen vorgenommen werden. Einer der häufigsten Fehler in Transistoren ist ein Kurzschluß zwischen Kollektor und Basis. Er wird an einem lauten Knacken im Kopfhörer beim Einsetzen des Transistors erkannt. Bei intakten Transistoren ist lediglich ein ganz schwaches Knacken zu vernehmen. Bei der Prüfung wird S 1 natürlich nicht gedrückt.

Zur qualitativen Bestimmung des Transistor-Rauschens wird das Gerät wie bei der Beta-Messung verwendet. Nach dem Drücken von S 1 wird das Potentiometer R 3 bis kurz vor den Einsatz von Rückkopplungsschwingungen eingestellt. Dann zeigen gute Transistoren im Kopfhörer ein kaum vernehmliches Geräusch, wogegen rauschende Transistoren ein relativ lautes, knatterndes und sprudelndes Geräusch verursachen.

Schließlich kann noch mit einem zusätzlichen Mikroamperemeter, das anstelle des Kopfhörers angeschlossen wird, der Strom zwischen Kollektor und Basis bei offenem Emitter, also der Kollektor - Reststrom I_{co}, gemessen werden. Beim Anschluß des Instrumentes ist auf die richtige Polung zu achten.

–au

(Nach „Radio-Electronics", März 1957, Seite 82 ff.)

Anschluß von Kristallmikrofonen an Tonbandgeräte

Bei Tonbandgeräten mit einem Mikrofoneingang für ein spezielles Kondensatormikrofon mit 500-kΩ-Anpassung, wie etwa den Grundig-Geräten, liegt gleichzeitig eine Gleichspannung von etwa 100 V am Eingang. Wollte man ein gerade vorhandenes Kristallmikrofon direkt anschließen, würde dies durch die Gleichspannung sofort zerstört. Auch die Abriegelung der Spannung mit einem Kondensator führt nicht zur richtigen Anpassung, weil der Eingangswiderstand um etwa eine Zehnerpotenz kleiner ist als bei Kristallmikrofonen üblich, wodurch eine starke Baßbeschneidung erfolgen würde. Wenn das Kristallmikrofon mehr als 10 mV/µb Spannung abgibt, ist eine einfache Schaltung mit einem Spannungsteiler möglich (*Bild 1*). Das Mikrofon hat dabei 3 MΩ als Arbeitswiderstand. Die Dämpfung beträgt allerdings 20 dB. Um Höhenverluste zu vermeiden, legt man diesen Spannungsteiler möglichst dicht ans Tonbandgerät; der gestrichelt gezeichnete Kondensator gestattet eine Kompensation der Höhenverluste (pro Meter Kabel zwischen Spannungsteiler und Tonbandgerät sind 5 bis 20 pF erforderlich).

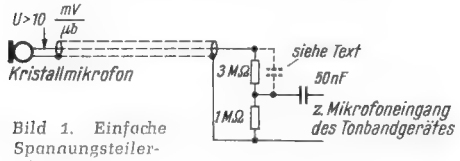


Bild 1. Einfache Spannungsteilerschaltung zum Anschluß eines Kristallmikrofons

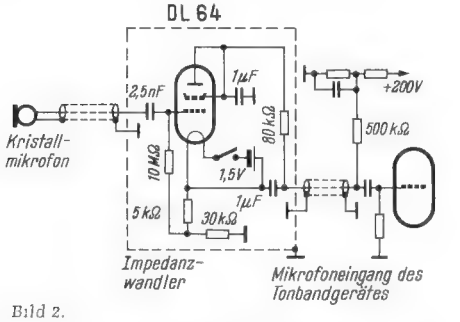


Bild 2. Schaltung des Impedanzwandlers zur Vermeidung von Spannungsverlusten

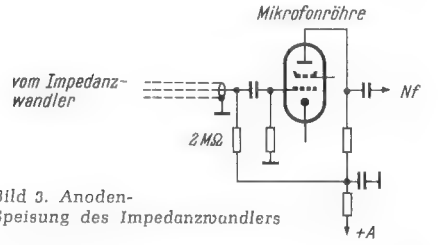


Bild 3. Anoden-Speisung des Impedanzwandlers

Praktisch ohne Spannungsverlust arbeitet die Schaltung nach *Bild 2*. Man erkennt einen Impedanzwandler mit einer Subminiaturröhre, die aus einer 1,5-V-Batterie geheizt wird. Die Anodenspannung wird vom Tonbandgerät geliefert; es genügt die Polarisationsspannung für das Kondensatormikrofon. Durch die Eigenart des Katodenverstärkers erhält man einen sehr hochohmigen Eingang (ca. 70 MΩ) und einen niederohmigen Ausgang von etwa 3 kΩ, so daß die Abschirmung des nachfolgenden Kabels nicht sehr hochwertig zu sein braucht. Durch die Kapazität dieses Kabels ist die obere Grenzfrequenz der Anordnung festgelegt; sie beträgt bei 30 m Kabel von 100 pF/m = 10 kHz. Der Verstärkungsfaktor des Impedanzwandlers ist 0,87 (entsprechend −1,2 dB); vergleichsweise tritt bei einem Kristallmikrofon mit 30 m Kabel ein Verlust von mindestens 6 dB auf. Solche Kabellängen sind aber wegen der möglichen Brummeinstreuungen in die hochohmige Leitung nicht betriebssicher (Verfasser konnte auf einer 6 m langen Mikrofonleitung trotz einwandfreier Erdung und günstiger Verlegung ein Restbrummen von 30 µV messen), während bei Zwischenschaltung des Impedanzwandlers trotz schlechterer Abschirmung (Tonabnehmerlitze) kein Brummen meß- oder hörbar war. Deshalb ist dieser Impedanzwandler auch beim Anschluß anderer Verstärker an das Mikrofon zu empfehlen. Eine gut gesiebte Gleichspannung steht immer am Anodensiebblock der Mikrofonröhre zur Verfügung. Sie wird nach *Bild 3* dem Impedanzwandler zugeführt.

Der Aufbau dieses Impedanzwandlers ist nicht sehr kritisch. Meist findet sich für ihn im Mikrofongehäuse noch genügend Platz. Zu beachten ist, daß die Heizbatterie „heiß" liegt. Bei Kunststoffgehäusen ist eine Abschirmung mit Leitlack nötig. Die Heizbatterie hält sehr lange, wenn man in den Benutzungspausen abschaltet; es empfiehlt sich ein Schalter, der den Einschaltzustand sichtbar macht, anstelle einer Kontrollampe, die das 10- bis 30-fache des Röhrenheizstroms verbrauchen würde. Ein solches Gerät ist in ständiger Benutzung mit einem Ronette-Mikrofon B 110 und einem Tonbandgerät Grundig TM 5 und hat sich selbst bei kritischen Aufnahmen sehr bewährt. Ein Batteriewechsel war seit sechs Monaten nicht nötig.

Detlef Burchard

Geräuscheffekte bei Tonaufnahmen

„Ab heute glaube ich gar nichts mehr, wenn ich etwas von einer Bandaufnahme höre", sagte kürzlich ein Tonbandfreund, den der Verfasser mit einer Tonmontage so vollkommen getäuscht hatte, daß er zum Schluß nicht mehr echte Aufnahmen von Imitationen unterscheiden konnte. Dem Besucher wurde ein Band vorgeführt, das angeblich mit einem netzunabhängigen Gerät auf einer Reise aufgenommen worden war Es begann mit typischen Bahnhofsgeräuschen, der Zug setzte sich in Bewegung, der Berichterstatter unterhielt sich mit einem Reisenden, am Ziel besuchte man einen Bauernhof, Enten schnatterten, ein Pferd wieherte, in der Ferne bellte ein Hund und ein Traktor fuhr aufs Feld hinaus. Die Reise führte weiter vom Flugplatz einer Großstadt an die Nordsee, deren Brandung man deutlich hörte, bis sie schließlich auf dem Mont Blanc endete, auf dem der Sprecher von einem furchtbaren Gewitter überrascht wurde. Der Bericht wirkte durch die Geräuschuntermalung so echt, daß unser Tonbandfreund sichtlich enttäuscht war, als er hören mußte, daß alles im eigenen Heim mit geschickt eingeblendeten Geräuschaufnahmen entstanden war.

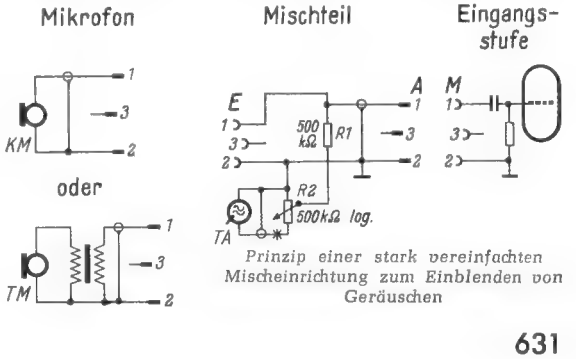
Daß man viele typische Geräusche selbst und mit dem eigenen Bandgerät irgendwo aufnehmen kann, versteht sich von selbst, aber mit dem Einfangen von Meeresrauschen, Bahnhofs- und Flugplatzlärm hat schon der Amateur seine Schwierigkeiten. Zum Glück ist man heute nicht mehr auf eigene Aufnahmen angewiesen, denn seit einiger Zeit lassen sich wieder Geräusche aller Art als 78er Schallplattenaufnahmen kaufen. Geräuschaufnahmen werden nicht nur von Tonaufnahme - Liebhabern gewünscht, sondern auch vielfach von Theatergruppen, und ein Plattenspieler ist überall vorhanden. Auch der Tonbandfreund wird die Geräusche viel lieber vom Schallplattengerät auf sein Mischpult geben, weil ihm meist kein zweites Bandgerät zur Verfügung steht. Die schnelle Drehzahl erleichtert dabei das punktgenaue Aufsetzen des Tonarmes.

Die beiden Polydor - Platten 49 998 und 49 999 enthalten bereits alle Geräusche, die Tonband- und Schmalfilmamateure oder kleinere Bühnen benötigen. Eine noch viel reichhaltigere Auswahl bietet das Guwa - Geräuschplattenstudio, Berlin - Lichterfelde - West, an. Diese Stelle liefert listenmäßig elf verschiedene Geräusch-Serien, und zwar wahlweise auf Tonband oder auf Schallfolien, Lackplatten aus Metall, die sich mit jedem modernen Leichttonabnehmer abspielen lassen. Außer den bereits so aufgenommenen Geräuschen kann Guwa präktisch jede gewünschte Klangkulisse kurzfristig beschaffen.

Über die Technik der Geräuschuntermalung läßt sich sagen, daß sich jeder mit der Zeit seine eigene Arbeitsweise aneignet. Es geht ihm dann ähnlich wie den Tontechnikern bei Film und Funk, die sich vorwiegend auf die eigenen Erfahrungen stützen und häufig mit geringstem technischen Aufwand Erstaunliches leisten.

Der Tonband- und Schmalfilmfreund hat die Wahl zwischen zwei Verfahren. Er kann zuerst die eigentliche Aufnahme herstellen und das Band dann mit Geräuschen noch einmal bespielen. Dabei hilft ihm die bei neueren Geräten vorhandene Tricktaste. Er kann aber auch von Anfang an mit dem Mischpult arbeiten und den eigentlichen Text zusammen mit den Geräuscheinblendungen aufnehmen. Dieses Verfahren verdient den Vorzug, weil man im Kopfhörer genau das Mischungsverhältnis beurteilen und dementsprechend die Regler bedienen kann. Hierfür ist z. B. das in Band 85 der Radio-Praktiker-Bücherei, „Hi-Fi-Schaltungs- und Baubuch", Seite 25, beschriebene Steuergerät vorzüglich geeignet.

Wenn der dafür erforderliche Aufwand nicht tragbar ist und auch kein zum Anschluß an Bandgeräte geeignetes Mischpult zur Verfügung steht, kann man sich recht gut mit der im *Bild* gezeigten Anordnung behelfen. Dabei wird angenommen, daß das Bandgerät mit der genormten dreipoligen Mikrofonbuchse ausgerüstet ist. Der Mikrofoneingang ist in der Regel hochohmig ausgelegt (rechts im Bild), damit man wahlweise entweder ein Kristallmikrofon oder eine Tauchspulenausführung mit eingebau-



Prinzip einer stark vereinfachten Mischeinrichtung zum Einblenden von Geräuschen

tem Übertrager (links im Bild) verwenden kann. Weil ein Kristalltonabnehmer rund hundertmal mehr Spannung liefert als das Mikrofon, können die bei allen Mischanordnungen erforderlichen Trennwiderstände so bemessen werden, daß keine merkliche Zusatzdämpfung im Mikrofonkanal auftritt.

Die sehr einfache Mischschaltung arbeitet zwar nicht ganz frequenzunabhängig, aber für Effekt-Einblendungen reicht die Klangtreue völlig aus. Am besten baut man sich den Mischteil in ein besonderes Blechkästchen oder unmittelbar in den Plattenspieler ein und benutzt für Ein- und Ausgang ebenfalls Norm-Steckanschlüsse. Dann müssen das zum Gerät gehörende Mikrofon an die Buchse E und der Ausgangsstecker A in die Mikrofonbuchse M des Bandgerätes gesteckt werden. Das untere Ende von R 1 wird nicht an die Nulleitung, sondern an den Lautstärkeregler des Plattenspielers geschaltet. Dadurch verzweigt sich die Tonspannung des Tonabnehmers über R 1 und den Innenwiderstand des Mikrofons, ohne daß letzteres durch R 1 merklich gedämpft wird. Die notwendige Dämpfung der Tonabnehmerspannung (ca. 100 : 1) wird vom Aufbau des benutzten Mikrofons bestimmt, weshalb für R 1 nur Richtwerte gegeben werden können. Erklingen die Schallplatten zu laut, so kann an der mit einem Stern bezeichneten Stelle noch ein Vorwiderstand von einigen hundert Kiloohm eingefügt werden. Bei zu leiser Plattenwiedergabe muß R 1 verkleinert werden.

Eine Anleitung für den Umgang mit Geräuschplatten schrieb Dr. Hans Knobloch in der kürzlich erschienenen dritten Auflage seines Buches „Der Tonband - Amateur" (Franzis-Verlag, München).

Wer noch keine eigenen Erfahrungen auf diesem Gebiet sammeln konnte, liest mit Erstaunen, daß zu reichliches Untermalen die seriöseste Aufnahme zu einem ungewollten Lacherfolg machen kann. Der Leser lernt auch Kniffe kennen, wie er bestimmte charakteristische Geräusche künstlich nachahmen kann.

Fritz Kühne

Geräuschschallplatten für 78 U/min

Polydor

Nr. 49 998	Brandung, Sturm ,Gewitter, Schlachtenlärm, Glockengeläute, Rummelplatz-Atmosphäre, Spielmannszug und Marschmusik
Nr. 49 999	Tusch, Personenzug, D-Zug, Flugplatzgeräusche, Vogelstimmen, Pferd mit Wagen, PKW-Geräusche, Seehafen-Atmosphäre, Diesel-LKW-Geräusche

Guwa[1])

Nr. 0111/A	Donner, Regen, Wind, Sturm, Meeresrauschen, Plätschern eines Baches, Pferdegetrappel
Nr. 0111/B	Fanfare, Glockengeläut, Vogelgezwitscher, Hahnenschrei, Marschschritte, An- und abfahrender Zug, Schnellfahrender Zug, An- und abfahrendes Auto
Nr. 0222	Spielmannszug, Dorfmusik, Böllerschüsse, Rummelplatz, Glockengeläut, Turmuhr, Sturmglocke, Totenglöcklein
Nr. 0333	Dorfgeräusche: Wiehern, Krähen, Gackern, Schnattern, Muhen, Blöken, Grunzen, Hundegebell, Trekker, Dreschmaschine
Nr. 0444	Bahnhofsgeräusche: Zugansage, Einfahrender Zug, Zugabsage, Abfahrender Zug, Fahrender Zug. Kleinbahn: Läuten, Pfeifen
Nr. 0666	Großstadtlärm: Straßenbahn, U-Bahn, Zeitungsausrufer, Autobus, Autohupen, Bremsen, Straßenlärm
Nr. 0777	Hafenatmosphäre: Dampfertuten, Fahrender Dampfer, Werftgeräusche, Kutter
Nr. 0888	Volksgemurmel, Volksgejohle, Männer- und Weibergeschrei, Lachen, Spielende Kinder, Jahrmarktgetümmel
In Vorbereitg.	Leierkasten, Schlittengeläut, Jodeln, Fabriksirene, Verhallende Schritte, Ängstliches Kindergeschrei, Baby-Schreien, Feuerwehr, Überfall, Autounfall, Steinschlag im Gebirge, Gewitter, Echo, Schüsse

[1]) Auf Wunsch auch auf Tonband erhältlich

Wer schon einmal mit einer Hinterband-Kontrolle gearbeitet hat, weiß diese zu schätzen, denn die Aussteuerungskontrolle (Magisches Auge) gibt zwar für den Betrag der Aufsprechspannung ein Maß, nicht aber für den Inhalt. Deshalb ist die Hinterbandkontrolle besonders bei Mikrofon-Aufnahmen wichtig, da man während der Aufnahme durch Drehen oder Abdecken des Mikrofons oder durch Verändern der Ansprechentfernung sofort die bestmögliche Aufnahme erreichen kann. Auch erzielt man beim Mischen einen gleichmäßigen Übergang von einer Tonquelle zur anderen, und die Komponenten einer Aufnahme (Geräusche, Musik, Sprache) erhalten die ihnen zukommende Lautstärke im Gesamt-Tonbild, was man am Magischen Auge niemals kontrollieren könnte. Im übrigen läßt sich der Hinterband - Verstärker auch zu Echo - Aufnahmen heranziehen.

Peter Aust

„Längstspielband" für Magnettongeräte

Am 1. November brachte Telefunken unter dem Namen „Doppelspielband DS 65" ein neues Tonband auf den Markt, das aus Polyester besteht und im Gegensatz zum Normalspielband (51 µ Dicke) und zum Langspielband (37 µ) nur eine Dicke von 26 µ (1 µ = 1/1000 mm) besitzt. Demzufolge lassen sich auf einer 13-cm-Spule 360 m Band unterbringen, was bei einer Bandgeschwindigkeit von 4,75 cm/s einer Spielzeit von 2 × 126 min = 4 Stunden und 12 Minuten entspricht. Bei der Standardgeschwindigkeit von 9,5 cm/s „faßt" eine 13-cm-Spule noch immer 2 × 63 Minuten Programm, also doppelt so viel wie eine gleichgroße Spule mit Normalspielband oder rund 30 % mehr als eine Langspielband-Spule.

Ein weiterer Vorteil ist, daß dieses unter dem Dupont-Warenzeichen „Mylar" bekannte Bandmaterial äußerst hitze- und kältebeständig ist. Im Rahmen eines Dauerversuches wurde das Doppelspielband abwechselnd durch kochendes und mit Eis heruntergekühltes Wasser gezogen, wonach keinerlei Veränderungen mechanischer oder elektrischer Art zu beobachten waren. Die Tonqualität ist infolge der Schmiegsamkeit des neuen Bandes und des dadurch bedingten guten magnetischen Kontaktes mit den Tonköpfen als besonders gleichmäßig zu bezeichnen.

Telefunken weist ausdrücklich darauf hin, daß das neue Doppelspielband nur auf bandschonenden Geräten benutzt werden kann, z. B. auf den Magnetophonen KL 65 und KL 65 S. Die *Tabelle* enthält eine Gegenüberstellung der wichtigsten Daten der nunmehr erhältlichen drei Bandsorten für Heimtongeräte.

Vergleichsdaten Doppel-, Normal- und Langspielband

13-cm-Spule	Doppelspielband	Normalspielband	Langspielband
Länge (m)	360	180	260
Stärke (µ)	26	51	37
Spieldauer in min bei 4,75 cm/s	2×126	2×63	2×91
Spieldauer in min bei 9,5 cm/s	2×63	2×31,5	2×45,5
Preis (DM)	22	13,30	18,20
Meterpreis (Pf)	6,1	7,4	7
Minutenpreis (Pf) bei 9,5 cm/s	17,5	21	20

Hinterband-Verstärker mit Transistoren

Für den Besitzer eines Tonbandgerätes mit getrenntem Aufnahme- und Wiedergabekopf bietet sich die reizvolle Möglichkeit, durch einen zusätzlichen Verstärker bereits während der Aufnahme den Toninhalt des Bandes abzuhören. Für einige Geräte gibt es geeignete *Hinterband-Verstärker*, doch scheitert die Anschaffung eines solchen Adapters oft an dem hohen Preis. Für den Praktiker unter den Tonband-Amateuren sei deshalb eine Anregung für den Bau eines Transistor-Verstärkers gegeben, dessen Einzelteile nur etwa 20 DM kosten und der erstaunlich viel leistet.

Mit drei Transistoren erhält man bereits eine voll ausreichende Kopfhörerlautstärke. Wie die Schaltung *(Bild 1)* zeigt, wurde auf eine Lautstärkeregelung verzichtet, um bei Aufnahmen ein Maß für die wirkliche Lautstärke auf dem Tonband zu haben. Die Schaltung enthält keine Besonderheiten; lediglich der Eingang des Verstärkers ist mit R 1 an den jeweiligen Hörkopf anzupassen. Dabei haben sich Werte für R 1 von 100... 200 kΩ als zweckmäßig erwiesen. Der Verstärker arbeitet bereits gut bei einer Betriebsspannung von 1,5 V; er ist bis 4,5 V verwendbar. Die Batterie wird über einen Kippschalter oder – die elegantere Lösung – durch eine Kurzschlußbrücke im Diodenstecker für den Kopfhöreranschluß mit dem Verstärker verbunden *(Bild 2)*.

Da der Transistor-Verstärker nicht größer als eine Streichholzschachtel ist, kann er leicht in der Nähe des Röhren - Verstärkereingangs montiert werden. Für die Diodenbuchse ist auf der Frontplatte stets Platz vorhanden. Im übrigen sollen die Zuleitungen (auch zur Batterie) möglichst kurz und von Brummspannungsquellen entfernt verlegt werden. Der Eingang ist gut abzuschirmen.

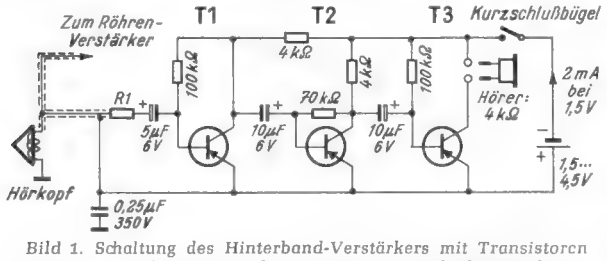


Bild 1. Schaltung des Hinterband-Verstärkers mit Transistoren T 1, T 2 = Valvo OC 71 oder OC grün (Gg. Scheck, Nürnberg), T 3 = Valvo OC 72, oder OC gelb (Scheck)

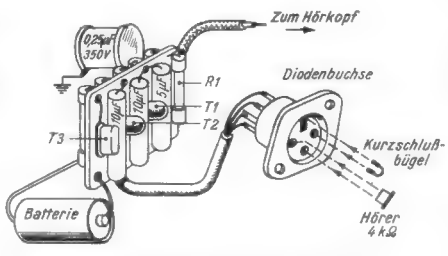


Bild 2. Verstärker und Batterie an der Diodenbuchse für den Kopfhöreranschluß

Über elektrostatische Lautsprecher für größere Frequenzbereiche

Von Prof. Dr. W. Bürck

Der erste Teil dieser Arbeit erschien in der FUNKSCHAU 1957, Heft 21, Seite 587 und behandelte die akustische Leistung elektrostatischer Lautsprecher. In dem hier folgenden zweiten Teil werden Schallführung und Richtcharakteristik sowie Ausführungsformen des Kondensator-Lautsprechers beschrieben. Es zeigte sich, daß dieses Prinzip zu einer höheren Wiedergabegüte beitragen kann.

Wirkungsgrad und Übertragungsbandbreite beim statischen Lautsprecher

Man kann nun beim Kondensatorlautsprecher Scheinwirkungsgrad und Übertragungsbandbreite gegeneinander einhandeln, und zwar auf zwei verschiedene Arten: in beiden Fällen nehmen wir an, daß die maximale Ausgangsleistung am hochfrequenten Ende durch optimale elektrische Anpassung erzielt und daß hier und bei den tieferen Frequenzen konstante Spannung an den Lautsprecherklemmen gehalten wird.

Zunächst erhält man bei einem vorgegebenen Elektrodenabstand eine Wiedergabekurve mit bestimmter Frequenzbandbreite. Verdoppelt man jetzt den Elektrodenabstand, so darf die zur Aufrechterhaltung der Stabilität notwendige Membransteife halbiert werden; damit geht die untere Übertragungsgrenze um eine Oktave herunter.

Bei diesem doppelten Abstand ist die Kapazität nur halb so groß, die Lautsprecherimpedanz also doppelt so hoch. Bei konstanter Verstärkerausgangsleistung steigt die Spannung an den Lautsprecherklemmen nur um den Faktor $\sqrt{2}$, wenn der Verstärker wegen der verkleinerten Kapazität wieder richtig angepaßt wird. So wird die elektrische Membranantriebs-Feldstärke auf $1 : \sqrt{2}$ reduziert und der Wiedergabeschalldruckpegel fällt um 3 dB. Man hat also eine Oktave Wiedergabebereich-Erweiterung für 3 dB Abfall erkauft, wobei natürlich die leistungslos aufrechtzuerhaltende Gleichvorspannung verdoppelt werden muß.

Andererseits kann man aber bei Bedarf den verkleinerten Wirkungsgrad wieder wettmachen, wenn man die elektrische Anpassung am oberen Frequenzende eine Oktave tiefer legt, wobei die untere Frequenzgrenze unverändert bleibt. Durch die Anpassungsänderung wird die Impedanz verdoppelt und die Spannung um den Faktor $\sqrt{2}$ erhöht, so daß 3 dB an akustischem Pegel für den Verlust einer Oktave am oberen Frequenzende gewonnen werden.

Da extrem hohe Wirkungsgrade nicht eine notwendige Bedingung für hohe Wiedergabequalität bilden, kann man auch beim Kondensatorlautsprecher mit einem Scheinwirkungsgrad vorlieb nehmen, wie er heute bei dynamischen Lautsprechern üblicherweise vorhanden ist. Dabei kommt man unter der Voraussetzung, daß die Polarisationsspannung so hoch gewählt wird, wie es der jeweils vorhandene Luftspalt zuläßt, auf eine Wiedergabebandbreite von vier bis fünf Oktaven für Kondensatorlautsprecher. Man ist dann in der Lage, schon mit einer Kombination aus zwei Teilsystemen das ganze hörbare Frequenzband zu überstreichen.

Bezüglich der Polarisationsgleichspannung wäre zu ergänzen, daß man naturgemäß bestrebt ist, möglichst große Ladungen auf der Membran unterzubringen. Jedes Flächenelement der Membran kann über einen hohen Widerstand mit hoher Spannung gespeist und gegenüber den Festelektroden aufgeladen werden. Bei der bereits an früherer Stelle erläuterten Gegentaktschaltung, in der die Tonfrequenzspannungen nur an die Festelektroden geführt werden, entstehen in der Membran selbst keinerlei Ströme, die von der Tonsignalwechselspannung herrühren. Man kann also die Aufladung jedes Membranflächenelementes für sich über hohe Vorwiderstände, etwa mittels einer Membranbelegung geringer Leitfähigkeit, durchführen, was, wie schon gesagt, wesentlich für das lineare Arbeiten im praktischen Betrieb ist. Sobald übrigens die Luft bei hoher elektrischer Gleichfeldstärke beginnt, zwischen Membran und Festelektrode durch Ionisation an irgendeinem Punkt leitend zu werden, sinkt sogleich die Spannung an dieser Stelle leicht ab, so daß die Gefahr des Funkenüberschlages auch bei hohen Vorspannungen vermieden wird.

Die Linearität ist weitgehend gewährleistet, weil wegen der konstanten Ladung auf der Membran die Antriebskraft ganz unabhängig von der Stellung der Membran zwischen den Festelektroden ist. Es ist daher nicht notwendig, die Bewegung auf einen kleinen Bruchteil des Luftabstandes zu begrenzen. Auch das Verhältnis der Tonfrequenzspannung zur Gleichvorspannung muß damit nicht unbedingt klein gehalten werden, wie dies bei einfachen Kondensatorsystemen notwendig ist. Der entstehende Klirrfaktor ist in der Regel beim Kondensatorlautsprecher mit konstanter Ladung wesentlich kleiner als bei dynamischen Tauchspullautsprechern der üblichen Bauart.

Einfluß der Schallführung beim elektrostatischen Lautsprecher

Bei der praktischen Anwendung arbeitet die Membran eines Lautsprechers nicht in einer unendlich großen Trennwand zwischen Vorder- und Rückseite und außerdem nicht in einen freien Raum vor der Vorderseite und hinter der Rückseite der Membran hinein, sondern gewöhnlich befindet sich der mit Schall zu versorgende Raum nur vor der Vorderseite, während die Rückseite entweder durch ein vollkommen abgeschlossenes Luftvolumen (Gehäuse) akustisch abgetrennt oder erst sekundär über eine Umweg-Schallführung ebenfalls in den Wiedergaberaum einwirkt. Um die Arbeitsverhältnisse derartiger Anordnungen einigermaßen übersehen zu können, greift man zum Hilfsmittel des Ersatzschemas, das die gesamten elektrischen und mechanischen Bestandteile des Lautsprechersystems und seine nähere Umgebung in Form eines elektrischen Schaltbildes erfaßt. Bekanntlich gibt es mehrere Möglichkeiten der Zuordnung von elektrischen Ersatzschaltelementen zu den mechanischen Größen[7][8]; je nach Lage der Dinge wählt man sich die vorteilhaftere Form für die Analogiebetrachtung aus.

Das zweckmäßigste Ersatzschaltbild für einen Kondensatorlautsprecher ist in *Bild 5a* gezeigt. Am Eingang des Ersatzkreises liegt die Spannung U, die die angreifende Kraft darstellen soll. Tatsächlich ist ja auch, wie gezeigt, die Antriebskraft am Kondensatorlautsprecher frequenzunabhängig proportional zur konstantgehaltenen Verstärkerausgangsspannung an den Lautsprecherklemmen. Der durch die Spannung U in den Kreis gepumpte Strom I stellt die Membrangeschwindigkeit dar. C_M verkörpert die Rückstellkraft, hervorgerufen durch die Steifheit bzw. Elastizität der Membran und ihrer Einspannung. Da eine wirksame Membranmassenwirkung beim Kondensatorlautsprecher fehlt, tritt auch keine entsprechende Induktivität im Ersatzschaltbild in Erscheinung, sehr im Gegensatz zu den Verhältnissen beim dynamischen Tauchspullautsprecher. R_S stellt den ohmschen Strahlungswiderstand und M_L die Massenhemmung durch die umgebende Luft an der Vorderseite der Membran dar, während Z hier die Membranbelastung an der Rückseite bedeutet. Z kann also ohmsche Anteile vom Strahlungswiderstand oder von Schallabsorptionseinrichtungen und Blindwiderstandsanteile von Massenhemmungen oder Rückstellkräften enthalten, die von der akustischen Gestaltung der auf die Membranrückseite einwirkenden Gehäuse- und Schallführungskonstruktionen abhängig sind. Man darf auf Grund der veränderten Sachlage ohne weiteres annehmen, daß die für dynamische Lautsprechersysteme konstruierten Gehäuse und Schallführungen für Kondensatorlautsprecher im allgemeinen nicht oder nicht ohne weiteres brauchbar sind. Durch die eben falls schon früher erwähnte freiere Gestaltungsmöglichkeit der Formgebung der Kondensatormembran sind die Größen R_S und M_L im Gegensatz zum dynamischen System nicht so starr aneinander gekoppelt, sondern in bestimmten Grenzen frei wählbar.

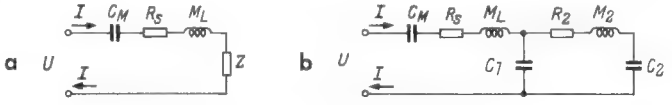


Bild 5. Ersatzschaltbilder für Kondensatorlautsprecher mit verschiedener akustischer Belastung der Membranrückseite. U = Antriebskraft, I = Membrangeschwindigkeit, C_M = Membranelastizität, R_S = akustischer Strahlungswirkwiderstand, M_L = Massenhemmung der Luft auf der Vorderseite, Z = Impedanz an der Membranrückseite angreifend, C_1 = Rückstellkraft des 1. Resonators, R_2 = Übergangswiderstand des Luftkanals zum 2. Resonator, M_2 = Massenhemmung des Luftpfropfens im Übergangskanal, C_2 = Rückstellkraft des 2. Resonators

Wegen des Fehlens einer wirksamen Membranmasse kann beim Kondensatorlautsprecher der Strahlungswiderstand R_S groß gegen die anderen Ersatzschaltelemente gemacht werden, so daß er zum bestimmenden Faktor für den Strom (= Membrangeschwindigkeit) im Ersatzkreis wird. Damit entsteht ein Stromkreis, dessen Quelle konstanter Spannung geringen Innenwiderstand besitzt; wächst der akustische Nutzwiderstand auf der Membranvorderseite, so verringert sich die nutzbare Ausgangsleistung, weil der Ersatzstrom kleiner wird. Macht man umgekehrt die Lautsprecherimpedanz groß gegen R_S, so erhält man einen Stromkreis mit eingeprägtem Strom, in dem ein Anstieg von R_S eine Vergrößerung der akustischen Ausgangsleistung herbeiführt. Durch eine entsprechende, gegebenenfalls frequenzabhängige Wahl der Belastungsgröße Z kann man also ausgleichen, wenn der Strahlungswiderstand R_S durch die Umgebungs-

[7] F. A. Fischer, Grundzüge der Elektroakustik, Berlin 1950, S. 13 ff.

[8] H. Hecht, Schaltschemata und Differentialgleichungen elektrischer und mechanischer Schwingungsgebilde, Leipzig 1950, S. 157 ff.

bedingungen oder besonders durch die Rückwirkung einer benachbarten Lautsprechereinheit im Falle der Kombinationen mehrerer Systeme eine unerwünschte Größe oder einen störenden Frequenzgang besitzt.

Wegen der guten Anpassungsmöglichkeit der praktisch masselosen Membran eines großflächigen Kondensatorlautsprechers hat z. B. die Anwendung von Exponentialtrichtern, wie sie bei genügender Länge für dynamische Systeme sehr günstig ist, kaum einen Sinn; dagegen haben selbst relativ große Einbau- oder Gehäusevolumen, wie sie im Ersatzschaltbild als Korrekturglied Z für die Belastung der Membranrückseite erwünscht sein können, gegenüber den großen Dimensionen von Trichtern noch erhebliche geometrische Vorteile.

Der für die nutzbare Wirksamkeit der Lautsprecher maßgebliche Strahlungswiderstand der Membranvorderseite kann dadurch vergrößert werden, daß nur ein begrenzter Raumwinkel mit Nutzschall versorgt wird. In der Praxis macht man von dieser Tatsache z. B. durch den Einbau eines Lautsprechers in einer Raumecke Gebrauch, die den Versorgungsraumwinkel gegenüber dem allseitig freien Strahlungsraum auf $^1/_8$ verkleinert. Damit wird erfreulicherweise bei niederen Frequenzen für eine gegebene Membrangröße der Strahlungswiderstand 8mal so groß.

Wie schon erwähnt, ist durch geeignete Wahl der Membranform das Verhältnis von R_S zu M_L im Ersatzschaltbild beeinflußbar, womit der Pegelsprung in der Wiedergabefrequenzkurve unterhalb und oberhalb des „Umkehrpunktes" in Bild 4 ausgeglichen werden kann. Eine der günstigsten Membranformen in diesem Sinne stellt eine streifen- oder bandförmige Membran dar. Wird eine solche z. B. mit ihrer größeren Dimension senkrecht anstoßend an Raumbegrenzungswände aufgebaut (ähnlich einer Schallzeile), so soll sie einschließlich ihres akustischen Spiegelbildes an den anstoßenden Begrenzungsflächen eine Länge besitzen, die groß gegen $\lambda_{max}/3$ der tiefsten abzustrahlenden Wellenlänge ist. Die Breite des Membranstreifens soll dagegen klein zur kürzesten interessierenden Wellenlänge (weniger als $\lambda_{min}/3$) sein, damit für die höheren Frequenzen keine unerwünschte Richtwirkung in der Schallabstrahlung einsetzt.

Man erkennt schon aus dieser Bedingung, daß es nicht angängig ist, in einem einzigen Kondensatorsystem das ganze Hörfrequenzband abstrahlen zu wollen, sondern daß man, um zu genügend großen Membranflächen für die Abstrahlung der gewünschten akustischen Leistung bei nicht unvernünftig großen Membranamplituden zu kommen, die Breite nicht zu klein wählen und damit das Frequenzband für eine Lautsprechereinheit nicht zu groß ansetzen darf.

Der Membranstreifen darf auch gekrümmt ausgeführt werden, wobei aber der Radius dieser Krümmung wiederum nicht kleiner als $\lambda/3$ der längsten in Frage kommenden Wellenlänge sein soll.

Wird eine Kondensatorlautsprechereinheit für ein Wiedergabefrequenzband von 4 bis 5 Oktaven dimensioniert, so stellt dies einen glücklichen Kompromiß zwischen den verschiedensten Forderungen dar, die sich auf Membrangröße, Membran-Amplitude, Strahlungswiderstand, Wirkungsgrad, Richtwirkung, abstrahlbare Leistung, konstruktive Gestaltung für den dicht benachbarten Zusammenbau mehrerer Einheiten usw. beziehen. Gerade der letzte Punkt hat praktische Bedeutung für die „Homogenität" der Wiedergabe, d. h. für die Forderung, daß die Frequenzanteile der auf die Einheiten aufgeteilten Bänder aus einer gemeinsamen Richtung kommen müssen, um ein natürliches geschlossenes Klangbild zu geben.

Die kritische Grenze für die Wiedergabe tiefer Frequenzen durch Kondensatorlautsprecher entsteht nach den früheren Überlegungen durch das Zusammenwirken der Membranrückstellkraft mit der Massenhemmung der bewegten Luft im Strahlungsfeld. Die so entstehende Resonanz bildet sich gewöhnlich oberhalb der tiefsten für die Wiedergabe noch interessierenden Frequenz aus. Um hier zu korrigieren, kann man entweder eine zusätzliche Massenhemmung im Rahmen der Belastungsmöglichkeiten durch entsprechende Einbaukonstruktionen auf der Membranrückseite zur Erniedrigung der Resonanzfrequenz anbringen oder man dämpft, als weitere Methode, diese zu hoch liegende Resonanz aperiodisch und fügt bei noch tieferer Frequenz eine Gehäuseresonanz mit geeignet festgelegter Resonanzüberhöhung (Güte) durch einen gesonderten akustischen Resonanzkreis hinzu. Beides erscheint im Ersatzschaltbild als bestimmte frequenzabhängige Festlegung der Impedanz Z.

Spezielle Schallführungen für statische Lautsprecher

Praktisch gibt es eine größere Zahl von möglichen Ausführungsformen für die gewünschte akustische Belastung der Membranrückseite. Man kann z. B. ein abgeschlossenes Luftvolumen hinter einem Membranstreifen in Form eines angenäherten $\lambda/4$-Kanals bauen; durch keilförmig zulaufende Absorptionskörper kann die Resonanzüberhöhung auf ein gewünschtes Maß begrenzt und gleichzeitig für alle höheren Frequenzen ein praktisch reiner akustischer Widerstand hergestellt werden. Ein bandförmiger Kondensatorlautsprecher mit einer Membranlänge, die groß zur Wellenlänge der tiefsten Wiedergabefrequenz ist und dessen Membranbreite die Größe d besitzt, hat bei rückwärtigem Abschluß mit einem 5 d tiefen mit Glaswolle gedämpften Kasten oder bei gleichwertigem Wandeinbau unter der Voraussetzung frequenzunabhängig konstanter angelegter Tonfrequenzspannung eine akustische Wiedergabekurve, die oberhalb $\frac{d}{\lambda} = 0{,}2$ geradlinig verläuft, darunter zwischen $\frac{d}{\lambda} = 0{,}03$ und 0,2 Schwankungen von nur $\pm$ 2,5 dB aufweist.

Der praktisch ausnützbare Frequenzbereich hat ein Verhältnis von unterer zu oberer Grenzfrequenz von mehr als 1 : 20, also über 4 Oktaven. Nach unten zu ist der Wiedergabebereich durch den $\lambda/4$-Resonator mit Dämpfung um mehr als eine Oktave gegenüber dem Fall erweitert, in dem dasselbe Kastenvolumen nur als konzentrierte Rückstellkraft arbeiten würde. Im Ersatzschaltbild erscheint hier als rückwärtige Membranlast Z eine Serienschaltung eines Wirkwiderstandes (Glaswolleteil) und eines Blindwiderstandes (Resonator).

Man kann nach der zweiten Methode auch eine Erweiterung der Wiedergabe nach tiefen Frequenzen hin durch eine Membranbelastung Z erzielen, die aus einem Rückstellvolumen (Kapazität im Ersatzschema) besteht, das wieder auf dem der Membranrückseite gegenüberliegenden Teil durch einen akustischen Widerstand in Form von Dämpfungsmaterial (ohmscher Widerstand) mit zusätzlicher Massenwirkung über einen verengten Luftquerschnitt (Induktivität) in ein weiteres größeres Volumen (Kapazität) führt. Beide Volumina haben räumliche Ausdehnungen, die vielmals kleiner sind als die Wellenlängen, bei denen sie wirksam sind. Das entsprechende Ersatzschaltschema ist in *Bild 5b* dargestellt.

Es besteht die Möglichkeit, unmittelbar hinter einer streifenförmigen Kondensatormembran einen akustischen Serienwiderstand in Form von Dämpfungsstoffen und eine Kapazität in Form eines abgeschlossenen Volumens kontinuierlich über die ganze Membranlänge zu verteilen; in diesem Falle können keinerlei Längsresonanzen in dem freigelassenen Volumen auftreten, es ergeben sich also konstante Belastungswerte pro Längeneinheit. Wenn die Querschnittsmaße des als Kapazität wirkenden Volumens viel kleiner als die in Frage kommenden Wellenlängen sind, ist auch die Kapazität als spezifische Größe berechenbar. Andernfalls muß der Dämpfungswiderstand räumlich gut verteilt sein, um zu vermeiden, daß das Volumen als vielwelliges Resonanzgebilde erscheint.

Bei einem räumlich eng benachbarten Zusammenbau von Einzelsystemen für getrennte Frequenzgebiete treten gegenseitige Rückwirkungen auf, die den Strahlungswiderstand wertmäßig vergrößern, was zu willkommenen Kompensationseffekten an den Überlappungsstellen der Frequenzkurve ausgenützt werden kann.

Man kann ferner von Gehäusen Gebrauch machen, die nicht direkt geschlossen sind, sondern die rückwärtige Membranstrahlung ähnlich wie bei einem Baßreflexionsgehäuse an einem dynamischen Schwingsystem mittels einer Öffnung nach vorne ausnützen.

Systemaufteilung beim statischen Lautsprecher

Es wurde an früherer Stelle bereits eine ausführliche Erklärung dafür gegeben, warum bei einem vorgegebenen Kondensatorsystem der Scheinwirkungsgrad der Umsetzung in akustische Energie steigt, wenn der abzustrahlende Frequenzumfang verringert wird. Als naheliegende Methode zur Vergrößerung des gesamten Wirkungsgrades kommt also die Unterteilung in eine passende Anzahl Frequenzbänder und die Einspeisung über elektrische Weichen in Frage. Dabei werden für optimale Wirkung mit sinkender Frequenz die Luftabstände und die Membranflächen der kapazitiven Einzelsysteme immer größer.

Eine ganz anders geartete Methode zur Vergrößerung des Scheinwirkungsgrades ist die Unterteilung der Lautsprecherfläche in eine Anzahl kleinerer Einheiten, die zwar jede für sich den ganzen Frequenzbereich wiedergeben, aber durch Induktivitäten untereinander gekoppelt sind, so daß eine Art künstliche Leitung (Drosselkette) entsteht. Der akustische Strahlungswiderstand erscheint dann als ein Leitwert parallel zu jedem Ableitkondensator der Kette. Bei einer vorgegebenen Gesamtfläche und vernachlässigten Verlusten steigt der Wirkungsgrad mit der Anzahl der Unterteilungen.

Ein Vergleich der beiden Methoden zeigt, daß die Frequenzbandunterteilung beträchtliche Vorteile gegenüber der unterteilten Leitung für komplette Systeme hat, wenigstens dann, wenn es sich um die Benützung für häusliche Zwecke mit den dafür in Frage kommenden Leistungen handelt. Wenn man eine 9-Oktaveneinheit in zwei Einzelsysteme aufspaltet, steigt der Scheinwirkungsgrad etwa auf das 16fache. Um denselben Faktor durch Anwendung der Kettenunterteilung zu erhalten, muß man mindestens in 12 Glieder aufspalten. Wenn nicht die Gesamtlautsprecherfläche sehr groß und der Plattenabstand klein ist, liegt die Kapazität jedes Kettengliedes bei sehr niedrigen Werten und erfordert damit als Verbindung zum nächsten Glied eine entsprechend große Induktivität mit recht hoher Güte.

Sofern man also die Kettenleiterunterteilung nicht auf Einzelsysteme einer bereits frequenzunterteilten Kondensatorlautsprecherkombination anwendet, beschränkt sie sich aus praktischen Überlegungen heraus stets auf sehr großflächige Membranen. Bei diesen

allerdings gewinnt man ganz neue Möglichkeiten im Hinblick auf die sauberen Phasenverhältnisse bei der Wiedergabe und die gewünschte Gestaltung der Richtcharakteristik. Besondere Bedeutung können großflächige Kondensatorlautsprecher in Laufzeitkettenschaltung für die stereophonische Wiedergabetechnik erlangen. Wenn man nämlich eine ganze Wandfläche, etwa die schmale Seitenwand eines rechteckförmigen länglichen Raumes, für den Anbau eines in senkrecht stehende Längsstreifen unterteilten Kondensatorlautsprechers vorsieht und diese Streifen als Kettenleiter gemäß *Bild 6* (als Grundriß gezeichnet, also von oben gesehen) schaltet, so besteht die Möglichkeit, von den beiden seitlichen Enden der Kette her die Verstärkerausgänge von zwei Übertragungskanälen anzuschließen.

Die im Schallfeld vor der Membran entstehenden akustischen Wellenfronten werden wegen der Laufzeitverzögerung innerhalb der elektrischen Kettenschaltung gegen die Membranebene geneigt sein. Da die beiden verschiedenen Signalspannungen für stereophonische Wiedergabe von beiden Seiten gegenläufig eingespeist werden, ergeben sich zwei um einen entsprechenden Winkel gegeneinander geneigte Wellenfronten. Weil weiterhin für die Zuhörer die Peilrichtung für jede scheinbare Schallquelle senkrecht zu der von ihr ausgehenden Wellenfront steht, ist der Peilwinkel für die Zuhörer konstant und unabhängig vom Standpunkt des Zuhörers im Gebiete einer langgestreckten Dreiecksfläche, die den größten Teil der Grundfläche eines rechteckigen Wiedergaberaumes bedeckt. Die relative Intensität der beiden Schallbilder ist damit praktisch überall im Raum konstant.

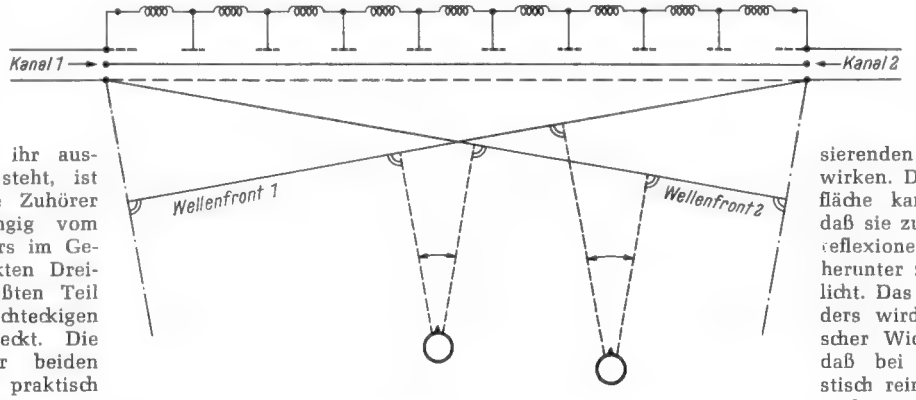


Bild 6. Kondensatorlautsprecher als Laufzeitkette für stereophonische Zweikanalübertragung bei gegenläufiger Tonsignaleinspeisung (Grundriß)

Statt einer ganzen Wandfläche als Membran könnte man auch ein horizontal in eine Wand eingebautes quergestelltes Streifensystem verwenden. Sofern dieses Streifensystem in Richtung seiner großen Ausdehnung wiederum als Kettenleiter aufgebaut ist, entstehen zwei zylindrische Wellenfronten, die genau wie vorher einen konstanten Peilwinkel für Stereophonieübertragung bei gegenläufiger, beidseitiger Einspeisung ergeben.

Praktisch erprobte Ausführungsformen von statischen Lautsprechern

Nach dieser Abschweifung auf das in der Zukunft vielleicht sehr bedeutsame Gebiet der stereophonen Schallwiedergabe sollen im folgenden noch einige Spezialausführungen von Kondensatorlautsprecher-Konstruktionen besprochen werden, die, zumindest im Versuchsbetrieb, ihre Bewährungsprobe bereits bestanden zu haben scheinen.

Es besteht, wie schon früher erwähnt, ein starker Anreiz, eine Raumecke für den Lautsprechereinbau zu verwenden, weil dort bei niederen Frequenzen der Strahlungswiderstand wegen des verkleinerten Abstrahlwinkels wesentlich größer ist als im freien Raum.

Dieses Anwachsen des Strahlungswiderstandes durch die Wirkung der Begrenzungswände des Raumes führt praktisch auch zur Verkleinerung der notwendigen Gehäusegröße bei vorgegebenen Güteforderungen. So benötigt etwa ein bestimmter elektrostatischer Ecklautsprecher mit 40 Hz unterer Grenzfrequenz in einem Resonanzgehäuse mit einer akustischen Resonanzüberhöhung von 3 ein Gehäusevolumen von nur etwa $^1/_3$ m³. Man kann grundsätzlich die Kastengröße weiter reduzieren, wenn man die Resonanzüberhöhung (= den Gütefaktor) noch größer wählt, sich mit geringerer Schallleistung begnügt bzw. den Scheinwirkungsgrad herabsetzt oder das Frequenzband einengt. Die jeweiligen Einzelbedingungen können gegeneinander ausgehandelt werden.

Statt einer Anordnung, die schräg in eine Raumecke unter Benützung zweier Seitenwandflächen und der Zimmerdecke eingebaut wird, kann bekanntermaßen auch eine Eckenkonstruktion gewählt werden, bei der nur zwei Seitenwände benützt werden, so daß eine dreikantige Säule entsteht. Die in zwei Streifensysteme aufgeteilte Gesamtkombination benützt zweckmäßig für den Tieftonteil ähnlich wie bei einem Reflexgehäuse eine Bodenöffnung nach vorne dicht über dem Fußboden, während der Hochtonteil des bandförmigen Kondensatorsystems hinten mit einem Volumen dicht abgeschlossen wird, dessen Breite gleich der des Membranstreifens ist und einen Glaswattekeil enthält, um einen fast reinen akustischen Dämpfungswiderstand im ganzen Frequenzbereich des Systems zu erhalten. Der dichte Abschluß verhindert gleichzeitig die Kopplung zwischen Vorder- und Rückseite.

Eine weitere mögliche, ganz anders geartete Ausführungsform einer Eckenanordnung besteht aus einem freistehenden Zylinder-Aufbau mit senkrechter Achse, der aus zwei übereinandergestellten Zylindern mit verschiedenem Durchmesser, aber gleicher Achse zusammengesetzt ist. Die Membranfläche wird durch die beiden Mantelflächen ringsherum gebildet, wobei jede aus einer Anzahl von senkrechten Streifen zusammengesetzt ist. Alle Einzelstreifen erhalten das volle Frequenzband. Die Oberflächenstreifen bilden die kapazitiven Teile eines elektrischen Kettenleiters. Der Durchmessersprung des Doppelzylinders ist eingeführt, weil der elektrische Kettenleiter zuerst den Oberteil durchläuft und sich von dort im Unterteil fortsetzt. Die Zeitverzögerung der Schallausbreitung vom dünneren Oberteilzylinder bis zum Durchmesser des dickeren Unterzylinders entspricht der Zeitverzögerung der elektrischen Ströme im elektrischen Kettenleiter. Die ganze Anordnung wird in kleinem Abstand von einer Zimmerecke aufgestellt, so daß die Wandreflexionen bei den tiefsten für die Übertragung interessierenden Frequenzen verstärkend wirken. Die Größe der Membranfläche kann so gewählt werden, daß sie zusammen mit den Wandreflexionen eine Übertragung bis herunter zu 30 bis 40 Hz ermöglicht. Das Innere des Doppelzylinders wird als akustischer ohmscher Widerstand ausgeführt, so daß bei hohen Frequenzen akustisch reine Widerstandsbelastung vorliegt, die bei niedrigen Frequenzen in eine kapazitive gemäß der konzentrierten Volumenwirkung des Innenraumes in den Zylindern übergeht. Das vereinfachte Ersatzschild dieser Anordnung ergibt bei hohen Frequenzen eine Hintereinanderschaltung von Frontlastwiderstand, Membransteife (als Kondensator) und innerem Lastwiderstand; bei tiefen Frequenzen ist der innere Lastwiderstand durch die Volumensteife, d. h. einen zweiten Kondensator, ersetzt.

Verständlicherweise bringen die Wandreflexionen Spitzen und Täler in die Frequenzkurve herein, ähnlich, wie wenn eine Originalschallquelle in einer Raumecke stehen würde. Wie weit dies von schädlicher Bedeutung ist, kann man nicht sicher angeben. Sicherlich ist aber der subjektive Eindruck lange nicht so auffällig, wie die Veränderung in der Frequenzkurve, die man bei einer Messung findet.

Der Vorteil des Eckeinbaus muß leider mit Nachteilen in anderer Hinsicht erkauft werden. Alle Raumeigenresonanzen werden nämlich am stärksten von einer Raumecke aus angeregt, weil dort die Ankopplungsbelastung hochohmig und damit der Anregungswirkungsgrad besonders gut ist. Die Aufstellung eines hochwertigen Wiedergabelautsprechers mit ausgeglichener Frequenzkurve und resonanz- und einschwingfreier Arbeitsweise in einer Raumecke ist daher denkbar ungünstig, wenn man den Einfluß der spezifischen Resonanzeigenschaften des Wiedergaberaumes, also die Nachhallanregung, möglichst gering halten will.

Obwohl es heute so scheint, als ob man sich mit den unangenehmen Raumresonanz-Erscheinungen beim Eckeneinbau eines Lautsprechers im Interesse der stärkeren Wiedergabe allertiefster Frequenzen oder wegen der kleineren notwendigen Gehäusegrößen abfinden wollte, ist es doch bedauerlich, wenn man die einmal erkannte, gerade dem elektrostatischen System eigene besonders gleichmäßige Wiedergabefrequenzkurve nicht zur Wirkung gelangen lassen kann. Daher besteht in vielen Fällen der Wunsch, das Ankopplungsverhältnis zwischen Lautsprecher und Wiedergaberaum so zu gestalten, daß man den Raum mit Schall versorgen kann, ohne die Raumresonanzen mehr als unvermeidlich anzuregen.

Im Extremfall würde man zu einer Anordnung gelangen, bei der rein fortschreitende Wellen ohne jede Reflexionsmöglichkeit vom Lautsprecher ausgehen.

Ein Rohr z. B., dessen Durchmesser klein gegen die Schallwellenlänge ist, das an einem Ende mit einem Antriebskolben ausgerüstet und am anderen mit einem „akustischen Sumpf" mit dem Luftwellenwiderstand $\varrho \cdot c$ ohmisch abgeschlossen ist, ergibt überall in seinem Inneren Schalldruckwerte, die direkt proportional zur Kolbengeschwindigkeit und unabhängig von der Frequenz sind. Ist die Kolbenfläche ebenso groß wie die Rohrquerschnittsfläche, dann braucht der Durchmesser nicht einmal klein zu sein. Ein Rechteckraum mit einer Antriebsmembran auf einer ganzen Seitenwandfläche und mit richtigem akustischem Abschluß auf der gegenüberliegenden Wand

entspricht obiger Anordnung. Die Schallschluckung der dem Lautsprecher gegenüberliegenden Wand muß aber sehr wirksam sein, also praktisch mit einer Schallschluckschicht von größenordnungsmäßig 1 m Dicke versehen werden. Dann ist die Schallintensität im Raum unabhängig von der örtlichen Stellung und vom Abstand von der Membran. Die scheinbare Schallquelle ist stets senkrecht zur Membran gelegen und bewegt sich mit, wenn der Zuhörer die Stellung ändert. Der Schalldruck in diesem Wiedergaberaum entspricht in seinem Zeitverlauf genau dem am Aufnahmemikrofon.

Eine praktische Annäherung in Richtung auf diesen Grenzfall zu stellt der Aufbau eines mehr oder weniger großflächigen Kondensatorlautsprechers parallel zur Ebene einer Raumwand, vorzugsweise einer Schmalwand eines Rechteckraumes, dar.

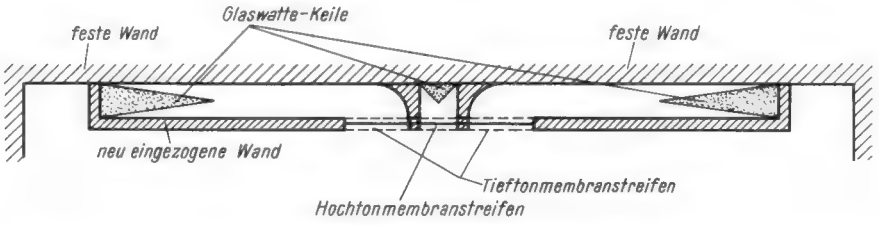


Bild 7. Wandeinbau einer Kondensatorlautsprecher-Kombination aus Tiefton- und Hochtonteil (Querschnitt, von oben gesehen)

Auch ein Kondensator-Streifen-System kann so an eine Wand angebaut werden, daß die meisten Raumresonanzen gar nicht oder nur schwach angeregt werden. An Außenwänden kann das notwendige rückwärtige Volumen zwischen der vorhandenen Raumwand und der notwendigen zweiten hierzu parallelen Wand nach außen verlegt werden. An Innenwänden kann die nötige zweite Wand so angeordnet werden, daß sie praktisch nicht auffällt, nämlich in ihrer Ebene parallel zur Innenwand in einigem Abstand (etwa 12 bis 20 cm), vom Boden bis zur Decke durchgehend, nach jeder Seite hin mit ca. 1,5 m lichter Breite von den Membranstreifen aus, die ebenfalls vom Boden bis zur Decke reichen. Bei zwei je etwa 13 cm breiten Tieftonmembranstreifen wird d = 26 cm und die Wiedergabe kann zwischen 35 und 1000 Hz innerhalb etwa 3 dB gleichmäßig gemacht werden. Zwischen den beiden Tieftonstreifen liegt der Hochtonstreifen für den restlichen Frequenzbereich oberhalb 1000 Hz. Diese Einbauweise nach *Bild 7* benützt also eine ganze Seitenwand des Raumes, dazu als Abschluß ein wenig von Boden und Decke, nicht aber die anderen Raumwände. Die neu einzuziehende zweite Wand sollte aus Steifheitsgründen mindestens etwa 5 cm dick sein. Bei dieser Dimensionierung und bei einem lichten Abstand von ca. 15 cm von der ursprünglichen Zimmerwand wird das Raumvolumen des Zimmers nur ganz wenig verkleinert.

Alle Raumresonanzen mit Schwingrichtung zwischen Boden und Decke können bei dieser Anordnung nicht erregt werden, weil ja die Membranbewegung gleichmäßig von unten bis oben verteilt, d. h. konphas ist. Die Eigenwellen parallel zu der Wand, in die der Lautsprecher eingebaut ist, sind zahlenmäßig verringert. Bei Annahme eines rechtwinkligen Raumes wird die Anzahl der erregten Eigenwellen etwa viermal kleiner sein als bei der Eckenmontage des Lautsprechers. Eine derartige Lautsprecher-Wiedergabeanlage läßt in qualitativer Hinsicht kaum noch Wünsche offen. Insbesondere ist die gesamte, in den Raum abgestrahlte Leistung, ebenso wie der Schalldruck, frequenzunabhängig.

Im allgemeinen wird bekanntlich der Lautsprecherfrequenzgang nur in der Achsrichtung oder über einen begrenzten Raumwinkel angegeben. Die gesamte abgestrahlte Leistung über den Ganzraum und ihre Frequenzabhängigkeit wird nicht genannt; gerade sie ist aber wesentlich für die Intensität des indirekten Schallanteils, dessen Verhältnis zur direkten Schallenergie im Falle starker Frequenzabhängigkeit unnatürliche Wirkungen bei der Wiedergabe hervorruft.

Lautsprecher mit Achtercharakteristik

Im Gegensatz zu den bisher behandelten, durch Isolierung der rückwärtigen Membranabstrahlung „druckerzeugenden" Strahlungssystemen, die ähnlich einem Strahler sogenannter nullter Ordnung arbeiten, haben die Strahler erster Ordnung, die nach beiden Seiten in die beiden Halbräume des gesamten Strahlungsfeldes mit verschiedener Phase strahlen, besondere Bedeutung für die Verringerung der gegenseitigen Kopplung zwischen Lautsprecher und Wiedergaberaum bezüglich der Raumresonanzanregung. Unter gewöhnlichen Umständen hat aber die bei diesen Strahlern erster Ordnung fehlende Abtrennung der Membranvorderseite von der Rückseite (akustischer Kurzschluß!) schwere Nachteile im Gefolge: Der Strahlungswiderstand fällt schnell zu geringen Werten, wenn die Wellenlänge des Schalles größer als die Membran bzw. die umgebende Schallwand wird. Der akustische Lastwiderstand zeigt ferner ungleichmäßige Schwankungen bei tiefen Frequenzen. An den Rändern der Anordnung entstehen Reflexionen bzw. Interferenzen bei höheren Frequenzen.

Die beiden letzten Fehler können zwar durch besondere Schallwandformen gemildert werden; verwendet man aber z. B. statt eines dynamischen Systems in einer Schallwand ein zusammengesetztes elektrostatisches System der entsprechenden Größe, so wird die Sachlage völlig verändert. Der Belastungswiderstand pro Flächeneinheit und die gesamte wirksame Fläche erscheinen wesentlich vergrößert. Die akustische Last ist frequenzunabhängiger und vor allem auch berechenbar; damit steigt die Güte der Wiedergabe.

Der praktische Aufbau eines solchen elektrostatischen Strahlers erster Ordnung, auch Dipolstrahler genannt, besteht aus Streifen-Systemen, die von der Mittellinie ausgehend in ihrem Plattenabstand und ihrer Membranfläche schrittweise nach außen wachsen. Gemäß der zu jedem Streifen gehörigen Luftbelastung ist allerdings die gewählte Übertragungsbandbreite für die Einzelsysteme der Kombination gegenüber der bei einem rückseitig abgeschlossenen System zweckmäßigerweise zu verringern; es ist nötig, das Frequenzband dreimal aufzuteilen, wenn man einen vergleichbaren Wirkungsgrad gegenüber einem hinten geschlossenen Zweifach-System zu erhalten wünscht.

Jede von der Gesamtabstrahlung zunächst nicht belastet gedachte Streifenmembran für sich besitzt eine eigene Resonanzfrequenz, gebildet aus ihrer Membransteife und der zugehörigen Massenhemmung der Luft. Diese Resonanz liegt aber unterhalb des Übertragungsfrequenzbandes des betreffenden Streifens, so daß die tatsächlich vorhandene Strahlung des benachbarten Streifens, der für niedrigere Frequenzen vorgesehen ist, die Abstrahlfläche vergrößert und damit die praktische Wirksamkeit einer dem Einzelsystem zugehörigen Massenhemmung verhindert. Die Gesamtkombination ist also frei von Resonanzen, außer bei einer einzigen tiefen Frequenz für das am weitesten außen gelegene Streifensystem (gewöhnlich kann diese Resonanz auf ca. 30 Hz gelegt werden). Die Resonanzüberhöhung entsprechend dem Gütefaktor dieser Resonanz muß nun so gewählt werden, daß die Abstrahlung bis zu dieser tiefen Frequenz aufrechterhalten wird.

Die ganze Lautsprecherkombination hat im wesentlichen eine Achtercharakteristik, und zwar bei allen Frequenzen. Sie kann also in zwei von den drei vorhandenen Raumrichtungen die Raumeigenschwingungen gar nicht anregen. Nur in einer Raumrichtung und, als zusätzliche Bedingung, nur bei einer Aufstellung im Maximum der Geschwindigkeitsamplitude können Raumresonanzen angeregt werden.

Bei der bei jedem Dipolstrahler vorhandenen Achtercharakteristik ist die gesamte Schallabstrahlung gegenüber einer Kugelwellenabstrahlung um den Faktor 3 verringert, so daß wegen der geringeren Eigentonanregung des Raumes die Tonfärbung durch den Wiedergaberaum ebenfalls auf den dritten Teil verkleinert wird. Die Verhältnisse entsprechen genau denen bei der Anwendung eines Achtermikrofons, das den Nachhalleinfluß des Aufnahmeraumes verringert.

Bei gleichem Frequenzgang in direkter Strahlrichtung ergaben praktische Hörproben und Vergleiche mit Kugellautsprechern die gute Eignung der Dipollautsprecher für hochwertige Wiedergabe. Ein elektrostatischer Achterlautsprecher bei günstiger Aufstellung im Raum ist allen Anforderungen an höchste Wiedergabegüte ebenso gewachsen wie ein eingebauter Wandlautsprecher, aber mit größerer Unabhängigkeit von Raumresonanzen des Wiedergaberaumes.

Bessere Wiedergabe durch Breitband-Kondensatorsysteme

Nach der obigen Betrachtung einer Reihe von praktisch ausgeführten Bauformen von Kondensatorlautsprechern kann man zusammenfassend sagen, daß hier ein Konstruktionskonzept vorliegt, das bei zweckentsprechender Ausführung viele schwerwiegende Nachteile des stark massenbelasteten dynamischen Lautsprecherprinzips vermeidet und eine graduell höhere Wiedergabegüte zu erreichen geeignet erscheint. Das Kondensatorprinzip arbeitet ebenso wie das Ionophon mit einem praktisch masselosen Schwingsystem, ohne dessen spezifische betriebliche Nachteile (relativ große zu steuernde Hochfrequenzleistung, hohe Temperatur im Ionisationsraum mit Oxydationsgefahr) zu besitzen. Kritische Punkte sind elektrisch die Anpassung an den Leistungsverstärker und die hohe benötigte Gleichvorspannung, evtl. die dadurch bewirkte Staubanziehung; mechanisch sind ziemlich große Flächen notwendig, die den Zusammenbau mit Geräten und Verstärkern unzweckmäßig machen. Andererseits muß man bedenken, daß ohne gewissen zusätzlichen Aufwand eine Steigerung der heute schon erfreulich hohen, mit üblichen Mitteln erreichbaren Wiedergabegüte kaum erwartet werden kann. Es ist anzunehmen, daß die bisher hauptsächlich in England geleistete Entwicklungsarbeit für die Breitband-Kondensatorsysteme als Anregung für die Aufnahme entsprechender Arbeiten auch in Deutschland dienen wird.

Von der Röhre zum Transistor

Von Ingenieur L. Ratheiser

Eine Einführung in die Bedeutung und Anwendung der Kennwerte und Kennlinien des Transistors.

6. Die Durchgriffswerte des Transistors

Nachdem in der FUNKSCHAU 1957, Heft 22, Seite 609 weitere Kennlinien und Kennwerte des Transistors behandelt wurden, sollen diesmal seine Durchgriffswerte einer kurzen Betrachtung unterzogen werden. Die dabei genannten Bildhinweise 8a, b und c beziehen sich auf das bereits im vorigen Heft 22 auf Seite 609 gebrachte Bild 8.

Der Transistor besitzt zwei Durchgriffswerte

Da sowohl der Kollektorstrom als auch der Basisstrom durch elektronische Rückwirkung der Kollektorspannung in wenn auch geringem Maße beeinflußt werden, so müssen sich für verschiedene Bezugswerte (Parameter) von U_c auch verschiedene Kennlinien in Bild 8c ergeben. Aus dem Kennlinienfeld Bild 8b geht hervor, daß eine Erhöhung von $-U_c$ bei fest eingestellter Basisspannung U_b eine Zunahme des Kollektorstromes und eine Abnahme des Basisstromes zur Folge hat (vgl. P_1, P_2). Daraus ergibt sich, daß die I_cU_b-Kennlinie durch eine höhere Kollektorspannung nach links, durch eine kleinere Kollektorspannung nach rechts verschoben wird. Bei der I_bU_b-Kennlinie ist es umgekehrt. Aus Maßstabgründen ist diese Kennlinienschiebung in Bild 8c so wie in Bild 8a wieder nur durch gestrichelte Linien angedeutet.

Von der Röhre her wissen wir nun, daß eine solche Kennlinienverschiebung als *Durchgriff* gekennzeichnet wird und zwar durch das Änderungsverhältnis der beteiligten Spannungen bei konstant gehaltenem Strom. Wenn wir auch diesen Röhrenbegriff auf den Transistor übertragen wollen, dann stellen wir zunächst fest, daß wir dem Transistor zwei verschiedene Durchgriffswerte zusprechen müssen: einen Durchgriff für die I_cU_b-Kennlinie und einen zweiten für die I_bU_b-Kennlinie in Bild 8c.

Der Durchgriff der I_cU_b-Kennlinie ergibt die ideelle Spannungsverstärkung

Der Durchgriff, der die Lage der I_cU_b-Kennlinie (Bild 8c) bestimmt, entspricht in seiner Definition dem Anodendurchgriff der Röhre ($D = u_g/u_a$ bei I_a = konst., bzw. $R_a = \infty$). Sein Kehrwert 1/D ergibt daher wie bei der Röhre den ideellen Spannungsverstärkungsfaktor $\mu = u_c/u_b$ für den theoretischen Fall eines unendlich großen Wechselstrom-Außenwiderstandes. Wir wollen daher für diesen Durchgriff als Bezeichnung den Buchstaben D beibehalten.

Infolge des flachen Verlaufes der U_b-Steuerkennlinien (Bild 8b) ist der Wert von D sehr klein, ähnlich dem Anodendurchgriff von Pentoden. Bei dem hier besprochenen Transistor besitzt er den Wert von etwa $D = 0{,}0008 = 0.08\,\%$. Eine Kollektorspannungsänderung von 2 V wird daher die I_cU_b-Kennlinie nur um $2 \cdot 0{,}0008 = 0{,}0016$ V = 1,6 mV verschieben.

Die ideelle Spannungsverstärkung, die sich aus dem Kehrwert von D ergibt, beträgt im vorliegenden Fall $\mu = 1/0{,}0008 = 1250$. Ebenso wie bei der Pentode kann dieser Wert im praktischen Betrieb auch nicht annähernd erreicht werden, um so mehr, als man beim Transistor mit Rücksicht auf die notwendige Leistungsverstärkung Anpassung anstrebt und der Außenwiderstand daher in der Größenordnung des Innenwiderstandes liegen muß.

Der Durchgriff der I_bU_b-Kennlinie kennzeichnet die Rückwirkung

Mit dem Durchgriff, der die Lage der I_bU_b-Kennlinie (Bild 8c) festlegt, tritt ein von der gitterstromfrei gesteuerten Röhre her noch nicht bekannter Kennwert auf. Er kann seiner Definition entsprechend (u_b/u_c bei I_b = konst., bzw. $R_q = \infty$), als Faktor der Kollektorspannungsrückwirkung bei offenem Eingang gedeutet werden. Wir wollen ihn mit D_o bezeichnen (o = offener Eingang) und werden ihn in der h-Matrix als Kennwert h 12 finden. D_o gibt daher den in den Eingangskreis zurückgeführten Teilbetrag der Kollektorspannungsänderung ($D_o \cdot u_c$) an und kennzeichnet die Rückwirkung ebenso wie der Rückwirkungswiderstand $R_{rü}$ (Bild 7)[1]), der den über den Transistoreingang fließenden Rückstrom bestimmt. D_o ist daher in gleicher Weise wie $R_{rü}$ ein Maß für die Kennlinienaufspaltung. Verschwindet die durch $R_{rü}$ bedingte Rückwirkung (z. B. durch Neutralisation), dann wird auch $D_o = 0$. In diesem Falle tritt keine Kennlinienspaltung auf und der dynamische Innenwiderstand ist durch R_{ik} gegeben. Die gegenseitige Abhängigkeit zwischen Eingang und Ausgang verschwindet damit ebenfalls. Engbert, der für D_o die Bezeichnung D_B benützt (Telefunken-Röhrenmitteilung 550 603), weist bereits darauf hin, daß beim idealen Transistor $D_o = -D$ sein müßte. Durch den Einfluß von $R_{bb'}$ wird jedoch der Betrag von D_o in der Emittergrundschaltung praktisch immer kleiner als D.

[1]) Bild 7 in Heft 21, Seite 582

Die I_bU_b-Kennlinie (Bild 8c) besitzt ebenso wie die I_cI_b-Kennlinie (Bild 8a) auch für den praktischen Betriebsfall unmittelbare Bedeudung, weil sich bei Aussteuerung des Transistors durch eine Spannungsquelle mit dem Quellwiderstand Null (Kurzschlußsteuerung) an der Kennlinie direkt die Kollektorstromänderung spiegelt. Der Exponentialcharakter der Kennlinie ergibt daher bei dieser Art der Steuerung (Überanpassung des Transistoreinganges an die Spannungsquelle) starke Verzerrungen.

Mit dieser Ausdeutung der statischen Kennlinien haben wir eine Reihe von Transistor-Kennwerten zunächst in allgemeiner Form kennengelernt, für die wir bei der Röhre analoge Größen finden (Ri, S, D). Bevor wir uns mit den erforderlichen Beziehungen für eine rechnerische Anwendung der Kennwerte im Rahmen der Vierpolbetrachtung vertraut machen, muß noch das Reststromgebiet des Transistors einer ausführlicheren Betrachtung unterzogen werden.

7. Das Reststromgebiet des Transistors und der Temperatureinfluß auf den Kennlinienverlauf

Im Abschnitt 4 (FUNKSCHAU 1957, Heft 21, Seite 581) wurde bereits die große Bedeutung der „Restströme" des Transistors angedeutet und darauf hingewiesen, daß diese das Verhalten des Transistors bei kleinen Werten des Kollektorstromes völlig verändern. Dieser Einfluß kommt auch bereits in den Kennliniendarstellungen (Bild 8 in Heft 22, Seite 609) zum Ausdruck, wenngleich der gewählte Maßstab und die lineare Darstellung die Restströme ihrer Größenordnung nach auf den ersten Blick als vernachlässigbar erscheinen lassen. Praktisch ist jedoch neben recht erheblichen Streuungen dieser Stromwerte noch der durch die niedrige Emissionstemperatur des Transistors bedingte starke Temperatureinfluß zu berücksichtigen. Beide Einflüsse können in diesem Gebiet den durch eine definierte Basisvorspannung eingestellten Kollektorstrom um Größenordnungen verschieben und dadurch den Arbeitspunkt und die Aussteuerungs- und Verstärkungsbedingungen vollkommen verändern. Da in diesem Bereich auch die Kennwerte des Transistors stark verändert werden und die lineare Beziehung zwischen Kollektor- und Basisstrom ihre Gültigkeit verliert, so ist es von großer Wichtigkeit, dieses Gebiet eingehender zu beachten.

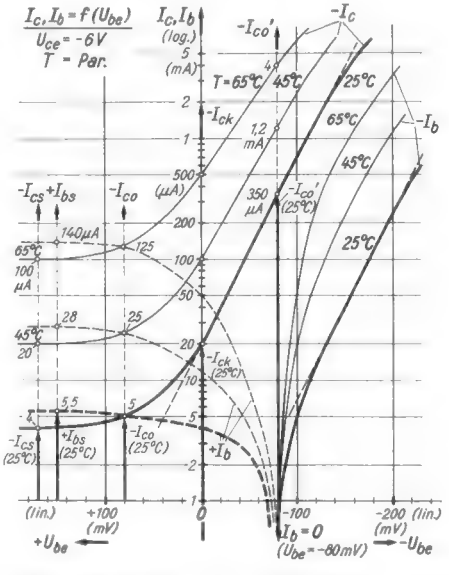


Bild 9. Kollektorstrom I_c und Basisstrom I_b eines pnp-Flächentransistors (OC 604) in Abhängigkeit der Basisspannung U_{be} in linear-logarithmischer Darstellung. In dieser Darstellung ergibt der Exponentialverlauf eine Gerade. Die stark gezeichneten Kurven sind Mittelwertskennlinien bei einer Kristalltemperatur von 25° C. Bei höheren Temperaturen werden die Kennlinien nach links verschoben. Die Basiskurven gehen bei etwa $U_{be} = -80$ mV durch den Nullpunkt. Bei kleineren Vorspannungen wird der Basisstrom positiv (gestrichelt gezeichnete Kurven). Die charakteristischen Reststromwerte sind durch Pfeile und Punkte hervorgehoben

Linear-logarithmische Darstellung des Reststromgebietes

Der Einfluß der Restströme des Transistors auf den Kennlinienverlauf läßt sich wesentlich besser erkennen, wenn man anstelle der in Bild 8c benützten linearen Darstellung des Zusammenhanges zwischen I_c bzw. I_b und U_b für die Ströme einen logarithmischen Maßstab wählt (*Bild 9*). Dadurch wird nicht nur der für das Reststromgebiet interessante Bereich kleiner Ströme stark auseinandergezogen. Die linear-logarithmische Darstellung (U_b im linearen, I_c, I_b im logarithmischen Maßstab) zeigt vielmehr sofort, ob und wie weit die Kennlinien dem der Emitteremission zugrunde liegenden Exponentialgesetz folgen. In dieser Darstellung ergibt nämlich eine Exponentialfunktion eine Gerade und Abweichungen von dieser Geraden lassen daher zusätzliche Einflüsse leicht erkennen.

Temperatureinfluß und Abweichungen vom Exponentialverlauf

Die in Bild 9 wiedergegebenen Kennlinien eines Transistors OC 604 [1][1]) zeigen neben den stark gezeichneten Mittelwertkurven für T = 25° C auch die Kennlinienverschiebung durch eine Temperaturerhöhung (gestrichelte Kennlinien für T = 45 und 65° C). Eine grobe Analyse des Kennlinienverlaufes bestätigt zunächst den Exponentialverlauf im Bereich mittlerer Stromwerte und zeigt die bereits besprochene Abflachung der Kurve bei größeren Strömen. Die Exponentialgerade zeigt außerdem bei höheren Temperaturwerten eine geringere Neigung, die der zunehmenden Temperaturspannung U_T entspricht. Im Exponentialbereich bestätigt der gleiche Abstand zwischen I_c- und I_b-Kennlinien schließlich das konstante Verhältnis I_c/I_b.

Sättigungsströme bestimmen den Kurvenverlauf im Reststromgebiet

Die starke Abweichung vom Exponentialverlauf im unteren Kennlinienbereich, den wir als *Reststromgebiet* bezeichnen wollen, wird dadurch hervorgerufen, daß beide Kurven (I_c und I_b) in konstante Sättigungsstromwerte I_{cs} und I_{bs} übergehen, wobei der Kollektorstrom seine Richtung beibehält, wogegen der Basisstrom bei etwa $U_b = -80$ mV seine Richtung umkehrt und positiv wird (da der logarithmische Maßstab keinen Nullpunkt besitzt, ist der positive Teil der I_b-Kurve ebenfalls nach oben aufgetragen). Wie bereits früher angedeutet, verläuft die I_c-Kurve nach einer Exponentialfunktion, zu der sich der Sättigungsstrom I_{cs} addiert, während die I_b-Kurve ebenfalls einer e-Funktion der Basisspannung U_b mit um $1/\alpha$ kleineren Stromwerten gehorcht, von der der Sättigungsstrom I_{bs} abgezogen wird. Wenn der Einfluß der Sättigungsströme vernachlässigbar wird (etwa von $U_b = -100$ mV an), zeigen beide Kurven Exponentialcharakter und verlaufen parallel, da I_b ein konstanter Bruchteil von I_c ist (der Stromverstärkungsfaktor $\alpha = I_c/I_b$ ist konstant).

Die Gesetzmäßigkeit des Stromüberganges einer Halbleiterdiode

Die Ursache der Sättigungsströme des Transistors, die den Kennlinienverlauf bei kleinen Stromwerten so stark verändern, sind die Sperrströme der beiden pn-Übergänge, die jeder für sich als Kristalldiode betrachtet werden können. Bekanntlich besitzt eine solche Diode eine Gleichrichter-Kennlinie, die durch den Nullpunkt geht und

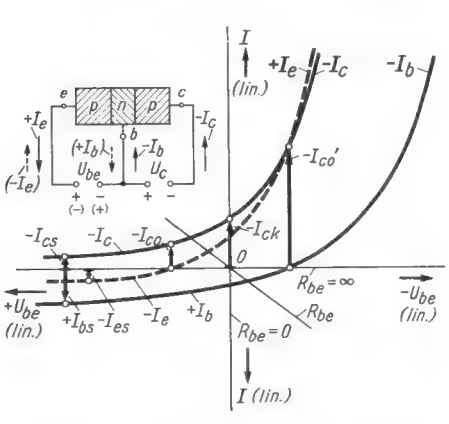


Bild 11. Reststrombereich des Transistors nach Bild 9, jedoch in linearer Darstellung. Außerdem ist die Kennlinie des Emitterstromes I_e eingezeichnet. Die Pfeile geben die Richtung des Elektronenstromes in den Zuleitungen an

[1]) Die Zahlen in Klammern sind Hinweise auf die Literaturzusammenstellung am Schluß des Artikels.

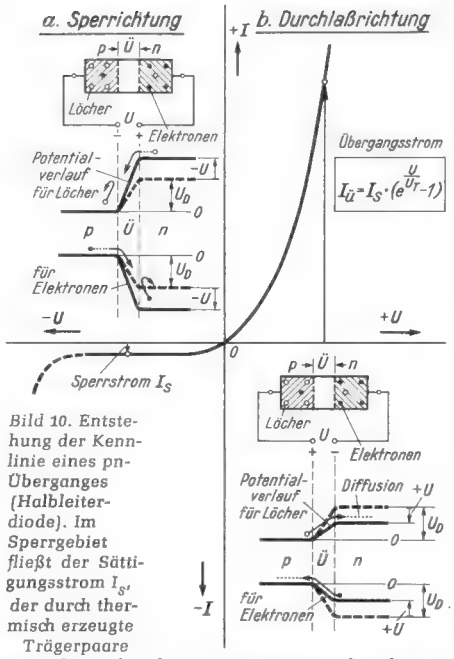


Bild 10. Entstehung der Kennlinie eines pn-Überganges (Halbleiterdiode). Im Sperrgebiet fließt der Sättigungsstrom I_s, der durch thermisch erzeugte Trägerpaare entsteht, wobei die Minoritätsträger über den Potentialberg des Überganges rollen. Im Durchlaßbereich wird die Potentialschwelle des Überganges (Diffusionsspannung U_D) durch die angelegte Spannung U verringert. Die Majoritätsträger können den Potentialberg in exponentiell mit U zunehmender Zahl überwinden und diffundieren in die gegenüberliegende Schicht. Die Breite des Überganges beträgt in Wirklichkeit nur etwa 1 µ

bei entgegengesetzter Polung einen kleinen Sättigungswert annimmt, der als *Sperrstrom* bezeichnet wird *(Bild 10)*. Dieser Sperrstrom entsteht durch thermische Trägererzeugung in den Halbleiterschichten, wobei Minoritätsträger (Löcher in der n-Schicht und Elektronen in der p-Schicht) zum pn-Übergang diffundieren, über das Potentialgefälle des Überganges in die gegenüberliegende Halbleiterschicht gezogen werden und dort rekombinieren [2, 3]. Der auf diese Weise entstehende Rückstrom erreicht einen von der anliegenden Spannung $-U$ weitgehend unabhängigen Sättigungswert, wenn $-U$ größer als $4 \cdot U_T$ wird (etwa 100 mV), weil dann die entgegengesetzt verlaufende Invasion der das Potentialgefälle überwindenden Majoritätsträger (Löcher in der p-Schicht, Elektronen in der n-Schicht) infolge des durch $-U$ vergrößerten Potentialberges im pn-Übergang vollständig unterdrückt wird. Der totale Übergangsstrom $I_{\ddot{u}}$ setzt sich daher aus dem bei gesperrter Diode fließenden Sättigungsstrom I_s und dem in der Durchlaßrichtung exponentiell mit $+U$ zunehmenden Invasionsstrom zusammen und wird durch die in Bild 10 angegebene einfache Beziehung auch praktisch mit guter Annäherung dargestellt.

Die Diodenkombination ergibt die Transistorströme

Wie bereits früher erwähnt, (FUNKSCHAU 1957, Heft 19, Seite 522) kann der pnp-Transistor als Kombination zweier Dioden betrachtet werden, die jedoch durch die gemeinsame, sehr dünne Basisschicht stark miteinander verkoppelt sind. Durch geeignete Dotierung der Störstellenkonzentrationen (höhere Leitfähigkeit des Emitters) wird dabei angestrebt, daß der Invasionsstrom über die Emitterdiode möglichst nur aus Löchern besteht (großer Emitterwirkungsgrad), die den Kollektorstrom I_c bilden. Ein kleiner Teil dieser durch die Basis zum Kollektor diffundierenden Löcher wird allerdings durch Elektronen abgefangen (rekombiniert) und bildet zusammen mit anderen Störeffekten den Basisstrom I_b. Kollektor- und Basisstrom ergeben unter Berücksichtigung ihres Vorzeichens zusammen den Emitterstrom I_e.

Der Kennlinienverlauf entspricht nicht ganz den Erwartungen

Erinnern wir uns noch daran, daß im normalen Arbeitsbereich des Transistors die Emitterdiode in Durchlaßrichtung und die Kollektordiode in Sperrichtung gepolt sind, dann läßt sich der Kennlinienverlauf im Reststromgebiet leicht deuten. Zweckmäßig greifen wir dazu wieder auf die lineare Darstellung zurück *(Bild 11)*, wobei wir voraussetzen, daß die Kollektorspannung U_c einige Volt negativ ist und die Kollektordiode daher mit Sicherheit im Sperrgebiet arbeitet. Das Arbeitsgebiet der Emitterdiode wird dagegen durch die zwischen Basis und Emitter angelegte Spannung U_{be} bestimmt. Ist diese Spannung negativ, dann müßte die Emitterdiode in Durchlaßrichtung arbeiten, ist sie positiv, dann müßte diese Diode gesperrt sein. Damit dürften wir zunächst erwarten, daß bei positiven Werten von U_{be} nur die Sättigungsströme der beiden Dioden fließen, während bei der Spannung $U_{be} = 0$ der Invasionsvorgang einsetzen müßte und damit I_c und I_b exponentiell mit $-U_b$ ansteigen müßten. Die I_b-Kurve sollte daher durch den Nullpunkt gehen und bei positiven U_b-Werten den in entgegengesetzter Richtung fließenden Sättigungswert des Sperrstromes annehmen. Der praktische Verlauf wird diesen Erwartungen jedoch nicht ganz gerecht, weil eine Reihe von Nebeneffekten auftreten, die durch die thermische Energie der Ladungsträger und durch die Verkopplung der beiden Diodenstrecken bedingt sind.

Auch der Transistor besitzt ein Anlaufstromgebiet

Aus dem Exponentialteil der Formel für den Diodenstrom (siehe Bild 10) läßt sich entnehmen, daß die emittierenden Löcher auch kleine negative Gegenspannungen des pn-Überganges in exponentiell abnehmender Zahl überwinden können. Dadurch ergibt sich in ähnlicher Weise ein Anlaufstrombereich wie bei den Elektrodenströmen der Röhre. Dies hat zunächst zur Folge, daß der Kollektorstrom nicht abrupt sondern kontinuierlich in den Sättigungswert übergeht und dieser erst bei positiven Werten von U_{be} (etwa 100 mV) erreicht wird. Analog zeigt der Basisstrom einen dem Rekombinationsanteil entsprechenden Anstieg, und er wird außerdem durch den entgegengesetzt fließenden Sperrstrom der Emitterdiode reduziert. Dies erklärt den steilen Abfall der I_b-Kurve bei kleinen Stromwerten (siehe Bild 9).

Die Ursache dafür, daß die I_b-Kurve nicht wie zu erwarten durch den Nullpunkt verläuft, sondern bei negativen U_b-Werten (etwa -80 mV) den Wert $I_b = 0$ annimmt, ist in dem inneren Spannungsabfall in der Halbleiterschicht (insbesondere an $R_{bb'}$) zu suchen, der einen Teil der an den Klemmen liegenden Spannung U_{be} kompensiert.

Charakterische Reststromwerte des Transistors

Das Reststromgebiet des Transistors, das sich durch die oben erwähnten Einflüsse ergibt, läßt sich durch eine Reihe kennzeichnender Reststromwerte charakterisieren, die für die Festlegung des Arbeitspunktes und für den nutzbaren Aussteuerbereich von Bedeutung sind *(Bild 12)*.

a) Kollektorreststrom I_{co}' bei $I_b = 0$ (Bild 12a). Dieser Stromwert ergibt die Nullkennlinie des Basisstromes im I_cU_c-Kennlinienfeld für Emittergrundschaltung (s. Bild 8, $I_b = 0$) und erfordert bei dem hier besprochenen Transistortyp eine negative Basisvorspannung von $U_{be} = -80$ mV. Der Kollektorstrom $-I_{co}'$ ist in diesem Fall mit dem Emitterstrom $+I_e$ identisch und der Strom fließt nur über die Serienschaltung der beiden

Dioden, wobei die Emitterdiode in Durchlaßrichtung arbeitet. Dieser Arbeitspunkt stellt sich auch bei offener Basis ein, wie sich aus dem Schnittpunkt der in Bild 11 von Null aus gezeichneten Widerstandsgeraden für $R_{be} = \infty$ mit der I_b-Kennlinie ergibt. Praktisch kann ein solcher Arbeitspunkt durch kapazitive Ankopplung der Steuerquelle eingestellt werden. Man bezeichnet deshalb I_{co}' als *Kollektorreststrom in Emitterschaltung.*

b) Kollektorreststrom I_{ck} bei $U_{be} = 0$ *(Bild 12b).* Dieser Stromwert ergibt die Nullkennlinie der Basisspannung im I_cU_c-Kennlinienfeld in Emittergrundschaltung (Bild 8, $U_b = 0$). Die Emitterdiode arbeitet dabei infolge des inneren Spannungsabfalles in der Halbleiterschicht noch in Durchlaßrichtung. Dieser Arbeitspunkt stellt sich auch bei gleichstrommäßigem Kurzschluß zwischen Basis und Emitter ein, wie der Schnittpunkt der in Bild 11 von Null aus gezeichneten Widerstandsgeraden für $R_{be} = 0$ mit der I_b-Kennlinie zeigt. Praktisch kann ein solcher Arbeitspunkt durch direkte Ankopplung einer innenwiderstandslosen Stromquelle ($R_q = 0$) eingestellt werden. Sinngemäß kann man daher I_{ck} als *Kurzschluß-Kollektorreststrom in Emitterschaltung* bezeichnen.

c) Kollektorreststrom I_{co} bei $I_e = 0$ *(Bild 12c).* Dieser Stromwert ergibt die Nullkennlinie eines I_cU_c-Kennlinienfeldes, bei dem der Emitterstrom als Parameter aufgetragen ist. Dies ist die Kennliniendarstellung für die Basisgrundschaltung[2]). Der Kollektorstrom I_{co} ist in diesem Fall mit dem Basisstrom I_b identisch und der Strom fließt nur über die Kollektordiode, wobei der Basisstrom positiv ist (Elektronen fließen aus der Basis heraus). Zur Einstellung dieses Kennlinienpunktes ist eine positive Basisspannung von einigen Zehntel Volt erforderlich, um den inneren Spannungsabfall zu kompensieren. Dieser Punkt stellt sich aber auch bei offenem Emitter ein, wie der Schnittpunkt der in Bild 11 von Null aus gezeichneten Widerstandsgeraden für $R_{be} = \infty$ mit der I_e-Kennlinie ergibt. In diesem Fall erhält die Emitterdiode ebenfalls keine Vorspannung. Der Strom I_{co} ist daher praktisch der Sperrstrom der Kollektordiode. Man bezeichnet I_{co} auch als *Kollektorreststrom in Basisschaltung.*

d) Emitterreststrom I_{eo} bei offenem Kollektor *(Bild 12d).* Dieser Stromwert stellt den Sperrstrom der Kollektordiode dar, wobei I_{eo} negativ und I_b positiv wird. An der Kollektordiode liegt keine Spannung und I_c ist daher Null. Um den Anlaufstrom der Emitterdiode zu unterdrücken, muß die Spannung U_{be} einen positiven Wert von mehr als 0,1 V erhalten.

e) Sättigungsströme I_{cs}, I_{es} und I_{bs} (Bild 12e). Legt man an die Emitterdiode eine höhere Sperrspannung ($U_{be} \gg 0{,}1$ V), dann ergeben sich die in Bild 9 und 11 ersichtlichen Sättigungswerte der drei Ströme, wobei I_{cs} und I_{es} negativ und I_{bs} positiv werden. Der Absolutwert von I_{bs} muß daher größer sein als I_{cs}. Wegen der verschiedenen Leitfähigkeit der Schichten sind jedoch die Sperrströme der beiden Übergänge verschieden groß und das Verhältnis wird nicht 2:1.

[2]) Es erscheint nützlich, hier darauf hinzuweisen, daß die Gleichstromwerte des Transistors von der Art der Verstärkerschaltung (Emitter- oder Basisgrundschaltung) unabhängig sind. Die hier besprochenen Restströme und das in Bild 12 dargestellte Gleichstromschema gelten daher für beide Schaltungen. Die Art der dynamischen Schaltung (EGS oder BGS) wird erst wechselstrommäßig durch den Elektrodenanschluß des gemeinsamen Fußpunktes von Eingangs- und Ausgangskreisen festgelegt. Bei dem in Bild 12 gewählten Gleichstromschema ergibt sich daher die Basisgrundschaltung, wenn die Steuerquelle in der Zuleitung zum Emitter liegt. Legt man die Steuerquelle in die Basiszuleitung, so erhält man die Emittergrundschaltung, die trotz abweichender Anordnung der Gleichstromquellen mit der in Bild 1 (FUNKSCHAU 1957, Heft 19, S. 521) dargestellten Schaltung übereinstimmt, wenn man davon absieht, daß sich die Kollektorspannung in der Anordnung nach Bild 12 mit $U_{ce} = U_{cb} + U_{be}$ ergibt.

Die Grenzen für Arbeitspunkteinstellung und Aussteuerung

Die Definition verschiedener Restströme wirft die Frage auf, welcher dieser Werte für die Arbeitspunkteinstellung und Aussteuerungsbegrenzung maßgebend ist. Man könnte zunächst annehmen, daß der Strom I_{co}' eine untere Grenze darstellt, weil in diesem Punkt der Basisstrom $I_b = 0$ erreicht wird. Der Umstand, daß sich die Richtung des Basisstromes bei kleineren Werten von I_c umkehrt, beeinträchtigt jedoch den Aussteuervorgang, insbesondere bei Verstärkung kleiner Signale, praktisch nicht. Im Gegensatz zur Röhre, bei der das Einsetzen des Gitterstromes eine unsymmetrische Dämpfung ergibt, wird hier die Steuerspannung durch die kontinuierlich verlaufende Kennlinie ziemlich gleichmäßig bedämpft und die mit der Kennlinie einer Regelröhre vergleichbare Kennlinienkrümmung bleibt bei kleinen Aussteuerungen in tragbaren Grenzen. Auch die Polaritätsänderung der Basisspannung beim Reststrom I_{ck} stellt kein Hindernis für die Aussteuerung dar und ist insbesondere bei der in RC-Stufen üblichen kapazitiven Ankopplung völlig belanglos. Als unterste Grenze der Aussteuermöglichkeit kann man daher den Reststrom I_{co} betrachten, bei dem der Emitterstrom $I_e = 0$ wird.

Im Reststromgebiet sind ungünstigere Verstärkungsbedingungen vorhanden

Die erzielbare Leistungsverstärkung wird allerdings im Reststromgebiet durch die ungünstigeren Wechselstrom-Kennwerte geringer. Wie aus der tangentiellen Neigung der Kennlinien in Bild 11 ersichtlich, nimmt die Steilheit S (Tangente der I_cU_b-Kennlinie) bei kleinen Werten des Kollektorstromes stark ab. Da S quadratisch in die Leistungsverstärkung eingeht, wird diese Abnahme nur zum Teil durch die Zunahme des Eingangswiderstandes R_e (Tangente der I_bU_b-Kennlinie)

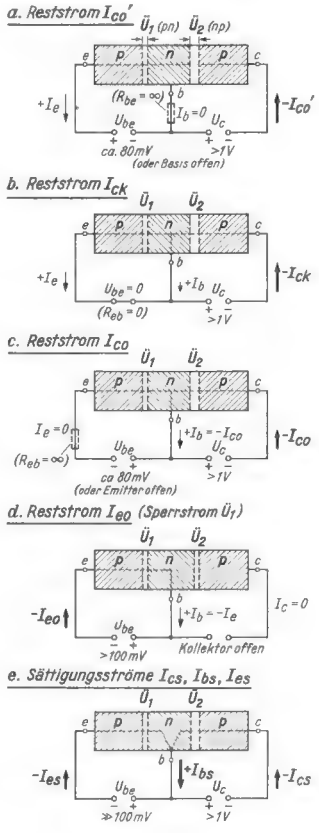


Bild 12. Darstellung der Restströme und Sättigungsströme des pnp-Transistors (ausführliche Erläuterung im Text). Man beachte auch hier wieder, daß die Strompfeile die Richtung des Elektronenstromes in den Zuleitungen angeben

kompensiert. Außerdem muß bei dem relativ großen Innenwiderstand R_i bei kleinen Kollektorströmen (Neigung der Steuerkennlinie im I_cU_c-Kennlinienfeld, Bild 8) und RC-Kopplung mit starker ausgangsseitiger Fehlanpassung gerechnet werden. Trotzdem kann dieser Arbeitsbereich von Interesse sein, wenn auf möglichst geringen Stromverbrauch besonderes Gewicht gelegt wird.

Der Temperatureinfluß verursacht starke Kennlinienverschiebungen

Die Bedeutung der Restströme wird praktisch noch durch den starken Temperatureinfluß erhöht, der durch die Kennlinienverschiebung im Bild 9 ersichtlich ist. Die Ursache hierfür liegt in der den Emissionseffekt bestimmenden Wärmebewegung der Ladungsträger, die durch die Temperaturspannung U_T ausgedrückt wird und eine exponentielle Zunahme der Transistorströme mit wachsender Kristalltemperatur zur Folge hat[3]). Da letztere beim Transistor im Gegensatz zur Röhre im Bereich der Umgebungstemperatur liegt, so kommen die Änderungen der Raumtemperatur praktisch in vollem Umfang zur Wirkung.

Eine Temperaturänderung von etwa 20° bewirkt eine Änderung der Transistorströme auf das 5...3,5fache und eine Temperaturerhöhung von 25 auf 65° C erhöht daher die Stromwerte um mehr als eine Größenordnung. Die Kennlinien werden daher durch eine Temperaturänderung annähernd parallel verschoben, ähnlich wie die I_aU_g-Kennlinie einer Röhre durch die Anoden- bzw. Schirmgitterspannung oder die I_cU_b-Kennlinie des Transistors durch die Kollektorspannung verschoben wird.

Der Transistor besitzt einen Temperaturdurchgriff

Man kann die durch Temperaturänderungen hervorgerufene Kennlinienverschiebung daher ebenfalls durch einen Durchgriff ausdrücken, den man hier als „Temperaturdurchgriff" $D_T = U_b/\Delta T$ (bei I_c bzw. I_b = konst.) bezeichnet. Hierfür ergibt sich ein Wert von etwa $D_T = 2$ mV/° C. Dabei muß man berücksichtigen, daß sich die Stromwerte beim Transistor exponentiell mit U_b ändern und im Exponentialbereich die Stromänderung eine proportionale Steilheitsänderung zur Folge hat.

Stabilisierung des Arbeitspunktes ist notwendig

Die verhältnismäßig großen Streuungen der Transistorkennlinien und die Kennlinienverschiebung durch den starken Temperatureinfluß verbieten die Arbeitspunkteinstellung von Transistoren etwa durch eine feste Basisvorspannung. Es ist vielmehr notwendig, den Arbeitspunkt durch eine Gleichstromgegenkopplung in ähnlicher Weise zu stabilisieren, wie dies bei der Röhre z. B. durch einen Katodenwiderstand oder durch einen Schirmgitterwiderstand geschieht.

Im einfachsten Fall erreicht man eine stabilisierende Wirkung, wenn man die Basisvorspannung, mit der der gewünschte Arbeitspunkt eingestellt werden soll, durch einen Basis-Ableitwiderstand R_b erzeugt, der an den negativen Pol der Betriebsspannung U_B angeschlossen wird *(Bild 13 a).*

Die im linearen Kennlinienfeld I_c, I_b = f (U_{be}) vom Wert der Betriebsspannung U_B aus gezeichnete Widerstandsgerade (Kon-

[3]) Die exponentielle Stromzunahme mit der Temperatur gilt exakt nur für die Sättigungsströme, während der Emissionsstrom wegen des mit der Temperatur zunehmenden U_T-Wertes weniger stark ansteigt (siehe Formel Bild 10).

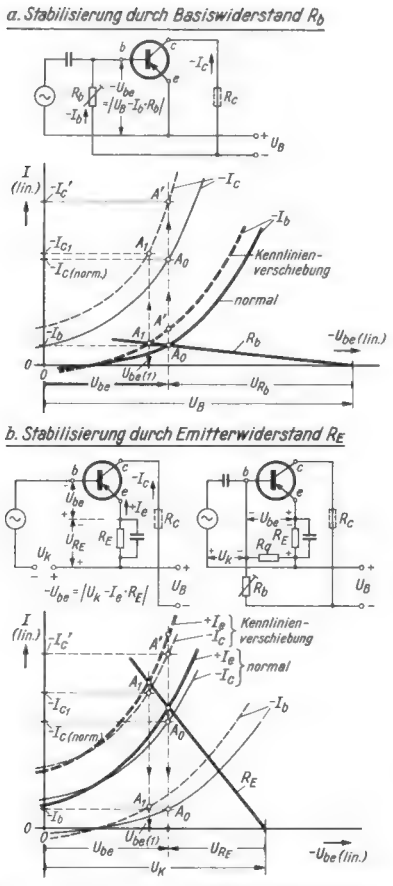


Bild 13. Prinzip der Arbeitspunktstabilisierung eines Transistors bei Kleinsignal-Verstärkung und Darstellung im Kennlinienfeld

a. Stabilisierungswirkung des Basis-Ableitwiderstandes R_b, wenn dieser an die Betriebsspannung U_b angeschlossen wird

b. Stabilisierende Wirkung des Emitterwiderstandes R_E. Da der Spannungsabfall an R_E eine positive Basisvorspannung erzeugt und den Transistor sperren würde, ist eine Überkompensation durch eine negative Spannung U_K erforderlich, um die erforderliche Basisvorspannung $-U_{be}$ zu erhalten. Die Kompensationsspannung wird praktisch durch einen Spannungsteiler R_b/R_q erzeugt, der an der Betriebsspannung U_B liegt (Schaltung b, rechts)

struktion siehe [4]) ergibt durch den Schnittpunkt mit der I_b-Kennlinie und Projektion auf die I_c-Kennlinie den normalen Arbeitspunkt A_0. Weicht der Kennlinienverlauf von den Mittelwertkurven ab, z. B. durch Parallelverschiebung bei höherer Kristalltemperatur (gestrichelte Kennlinien), dann verlagern sich die Schnittpunkte und ergeben den Arbeitspunkt A_1. Würde man dagegen den Arbeitspunkt durch eine feste Vorspannung $-U_{be}$ einstellen, dann würde eine wesentlich stärkere Arbeitspunktverlagerung in den Punkt A' auftreten. Diese „automatische" Arbeitspunktregelung kommt dadurch zustande, daß der zunehmende Basisstrom am Widerstand R_b einen höheren Spannungsabfall erzeugt und dadurch die wirksame Basisvorspannung U_{be} verringert. Damit wird auch der Kollektorstrom entgegen seiner Änderungstendenz geregelt.

Eine zweite Möglichkeit bietet die Einschaltung eines Emitterwiderstandes R_E[4]), der in seiner Wirkung mit dem Katodenwiderstand einer Röhre vergleichbar ist (*Bild 13b*). Allerdings ist diese Methode beim Transistor nur in Verbindung mit einer negativen Kompensationsspannung U_K möglich, weil am Emitterwiderstand ein gegenüber der Basis positiver Spannungsabfall entsteht. U_K muß deshalb dem Absolutwert nach um den Betrag der erforderlichen Basisvorspannung größer werden als der an R_E entstehende Spannungsabfall $U_{RE} = I_e \cdot R_E$.

Die im Kennlinienfeld von U_K aus gezeichnete Widerstandsgerade von R_E ergibt durch ihre Schnittpunkte mit den I_e-Kennlinien wieder die Arbeitspunkte A_0 und A_1, während bei fester Basisvorspannung U_{be} der Arbeitspunkt von A_0 nach A' wandern würde. Die Kollektorstromänderung wird auch hier auf den Wert $I_c \ldots I_c'$ reduziert.

Praktisch erzeugt man die Kompensationsspannung U_K durch einen Spannungsteiler R_b/R_q (Schaltung Bild 13b, rechts), der an die Betriebsspannung U_B angeschlossen wird. Der Querwiderstand R_q wird dabei so gewählt, daß der durch ihn fließende Querstrom um ein Vielfaches größer ist als der normale Basisstrom I_b. Durch Einregeln des Widerstandes R_b läßt sich der gewünschte Arbeitspunkt (I_c) einstellen.

Literatur:

[1] Vergleich der Transistor- und Röhrenkennlinien von W. Engbert. Telefunken-Röhrenmitteilung 550603.

[2] Einfache Theorie des Schichttransistors von F. Stieltjes und L. Tummers. Philips Techn. Rdsch. 17 (1956), Nr. 8, S. 241...255.

[3] Grundlagen der Transistoren von E. R. Hauri. Techn. Mitt., PTT, Bern. 3/57, S. 81...105 (Relativ leicht verständliche, mathematisch fundierte Einführung).

[4] Röhren-Handbuch von L. Ratheiser (1. Aufl. 1955, 2. Aufl. 1957), Seite 38.

Berichtigung

In Folge 2 dieses Beitrages (FUNKSCHAU 1957, Heft 19) müssen beim Bild 2a auf der Seite 522 die Bezeichnungen D_1 und D_2 vertauscht werden, so daß das obere Diodensystem D_2 und das untere D_1 heißt.

In Bild 5 (FUNKSCHAU 1957, Heft 21, S. 581) und Bild 8 (FUNKSCHAU 1957, Heft 22, S. 609) ist der Kennlinienparameter $U_b = -50$ mV in $U_b = -100$ mV zu ändern.

[4]) Wir wählen in diesem Fall als Index den Großbuchstaben E, um eine Verwechslung mit dem Eingangswiderstand R_e zu vermeiden.

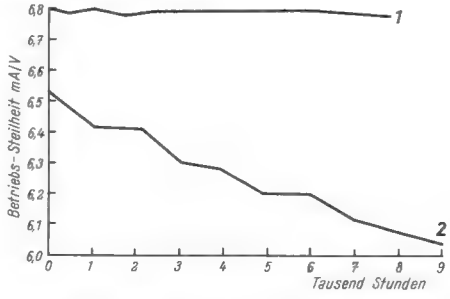
Elektronen-Röhren mit langer Lebensdauer

Langlebensröhren sind Elektronenröhren, die eine Lebensdauergarantie von 100 000 Stunden aufweisen müssen[1]). Solche Röhren werden beispielsweise als Verstärkerröhren in Telefonkabel eingebaut, die auf dem Meeresboden verlegt werden.

Die Ansprüche an diese Langlebensröhren müssen ganz außergewöhnlich hoch sein und ihr Aufbau hat demnach besonders sorgfältig zu erfolgen. Dies trifft nicht nur für die mechanische Konstruktion zu, sondern auch für die Auswahl der verwendeten Materialien.

Der lebenswichtigste Teil einer solchen Spezialröhre ist die indirekt beheizte Oxydkatode. Bislang glaubte man — was auch aus dem zitierten Aufsatz hervorgeht —, daß die Emissionsschicht allein besonders beachtet werden müßte. Dies ist jedoch nach neuesten Forschungen nur bedingt richtig. Gewöhnlich werden die Katoden aus Nickelrohr oder Nickelband hergestellt. Dabei werden die Glühdrähte in den Katoden-Mantel eingeführt, auf dessen Außenseite ein Überzug aufgespritzt wird. Dieser besteht im allgemeinen aus einem Gemisch von Strontium- und Barium-Karbonaten, die dann später in Oxyde umgewandelt werden. Die eigentliche Elektronen-Emission erfolgt vom freien Barium aus, das sich auf der Katodenoberfläche bildet. Die Lebensdauer einer Röhre hängt also von der kontinuierlichen Bildung freien Bariums ab. Diese wird nun einerseits durch die reduzierenden Elemente, die im Nickel enthalten sind, andererseits durch Elektrolyse des Bariumoxyd-Mantels sichergestellt.

Neuere Forschungen haben aber nun die sehr interessante Tatsache ergeben, daß auch andere Umstände einen großen Einfluß auf die Lebenszeit einer solchen Glühkatode haben können. Zwischen Oxyd-Mantel und Katode können sich nämlich *Schichten* bilden. Interessant ist nun, daß solche Schichten vom Silizium herrühren, das zu einem geringen Prozentsatz in den üblichen Nickelqualitäten enthalten ist. Man stellte fest, daß sich bei Verwendung eines Nickels mit höherem Silizium - Gehalt zwischen dem Oxyd-Mantel und der Nickelkatode die erwähnten Schichten bilden, die aus Bariumorthosilikat bestehen. Diese schädlichen Schichten können die Funktion der Röhre erheblich beeinträchtigen. Sie weisen einen großen Widerstand auf und verursachen Gegenkopplungen und vor allem Spannungsverluste. Dies beeinträchtigt den Verstärkungsgrad, bzw. die Steilheit der Röhre beträchtlich. Ein nicht tragbarer Leistungsverlust ist die Folge.



Einfluß von Silizium auf die Emissionsfähigkeit einer Röhre (Pentode). Kurve 1: Wolfram-Nickel-Katode, pulvermetallurgisch hergestellt, Kurve 2: Übliche Nickelkatode mit 0,08 % Siliziumgehalt

Man kann nun die Katode durch *Platin* ersetzen. Wenn man jedoch die Verteuerung bedenkt, die die Röhre durch die Verwendung dieses Edelmetalls erfahren würde, wird man verstehen, daß dies nur in ganz speziellen Fällen möglich ist. Man hat daher in England andere Wege beschritten und eine auf pulvermetallurgischem Wege hergestellte Legierung aus hochreinem Nickel mit 3,5% Wolfram verwendet. Während auf übliche Weise erschmolzenes Katodennickel zumeist einen Silizium-Gehalt bis zu 0,08 % aufweist, liegt der Si - Gehalt des neuen Materials unter 0,01 %. Bei seiner Verwendung ging die Bildung der schädlichen Zwischenschichten erheblich zurück. Das *Bild* zeigt das Verhalten einer Glühkatode aus Wolfram-Nickel, gewonnen auf pulvermetallurgischem Wege (Kurve 1), im Gegensatz zu der Glühkatode aus üblichem Nickel mit einem Si-Gehalt von 0,08 % (Kurve 2). Man erkennt, welchen Einfluß das Silizium auf die Emissionsfähigkeit der Röhre (hier eine Pentode!) hat. Ing. W. Büll

Nach: Wiggin - Nickel - Rundschau 1957, Heft 9. Dort auch wertvolle Literatur-Hinweise.

[1]) FUNKSCHAU 1955, Heft 20, Seite 445.

Einbanddecken 1957

für die FUNKSCHAU werden Anfang 1958 in der altbewährten Ausführung geliefert.

Es gibt schmale Decken, die nur den Hauptteil der 24 Hefte aufnehmen, und breite, in die auch die Nachrichten- und Anzeigenteile und die Umschläge mit eingebunden werden können. Preis je 3.80 DM zuzügl. 70 Pfg. Versandkosten. Bestellungen an den Buch-, Fach- oder Zeitschriftenhandel, der auch die FUNKSCHAU liefert, oder an den Verlag, am besten unter Verwendung der dem größten Teil der Auflage beiliegenden Bestellkarte.

Einseitenbandmodulation für Amateure

Teil II. Phasenschiebersender

Von Dietrich Morgenstern

Wir behandeln im heutigen Beitrag dieser Reihe das Prinzip des Phasendifferenzsenders für die Einseitenbandmodulation und bringen dazu eine Reihe von Schaltungsbeispielen. — Der erste Teil dieser Arbeit behandelte die Filtersender und erschien in der FUNKSCHAU 1957, Heft 22, Seite 611.

Wer nicht gern Filter abgleichen oder auch keine fertigen Filter kaufen möchte, der kann zur Einseitenbandmodulation Schaltungen verwenden, die nach der Phasenschiebermethode arbeiten. Hierbei werden zwei Balancemodulatoren, von denen jeder ein Doppelseitenbandsignal ohne Träger erzeugt, mit ihren Ausgängen parallel geschaltet. Die Hoch- und Niederfrequenzspannung werden aber beiden Modulatoren mit einer Phasendifferenz von je 90° zugeführt, so daß in dem gemeinsamen Ausgangskreis ein Seitenband ausgelöscht und das andere angehoben wird (*Bild 8*). Die phasenverschobene Hf-Spannung wird entweder mit einem Bandfilter oder mit einem RC-RL-Netzwerk nach *Bild 9* erzeugt.

Schwieriger ist die Phasenverschiebung für die Nf-Spannung, weil nicht nur eine Frequenz, sondern ein ganzes Band gleichmäßig verschoben werden soll. Dies ist exakt nicht möglich, jedoch sind RC-Netzwerke entwickelt worden, die zwei Ausgänge besitzen, zwischen denen die gewünschte Phasenend-Differenz im Bereich 300...3000 Hz mit ziemlicher Genauigkeit herrscht (*Bild 10*). Es ist deshalb wichtig, daß der vor dem Netzwerk liegende Mikrofonverstärker möglichst nur dieses Frequenzband durchläßt. Man kann das mit Tiefpaßfiltern erreichen oder einfacher, indem man Filterzellenmikrofone benutzt.

Um optimale Seitenbandunterdrückung zu erhalten, soll nicht nur die Phasenlage, sondern auch der Betrag der Modulationsspannung exakt stimmen. Dies wird erreicht, indem man in jeden Ausgang des Netzwerkes einen einstufigen Verstärker legt, dessen Gittervorspannung regelbar ist. Versuche haben jedoch gezeigt, daß bei Verwendung des Balancemodulators nach Bild 3[1]) auf diese Stufen verzichtet werden kann, ohne daß die Seitenbandunterdrückung wesentlich schlechter wird. Eine entsprechende Schaltung zeigt *Bild 11*. Die beiden Hochfrequenzphasenschieber arbeiten nur auf einer Frequenz exakt, so daß man sie bei Frequenzwechsel nachstimmen müßte (auf dieses Problem soll später noch genauer eingegangen werden). Vertauscht man die beiden Niederfrequenzleitungen hinter dem Netzwerk, so werden die Seitenbänder gewechselt. Mit der Schaltung kann auch normale Amplitudenmodulation gefahren werden. Dazu werden mit einem Schalter in den Katodenzuleitungen einfach drei der vier Trioden abgeschaltet.

Phasenmodulation erhält man, wenn man mit einem Balancemodulator ein Doppelseitenband *ohne Träger* herstellt und mit dem anderen Balancegenerator einen um 90° versetzten unmodulierten Träger zugibt. Alle diese Umschaltungen kann man bequem mit einem einzigen, keramischen Schalter mit genügend vielen Kontakten vornehmen; jede gewünschte Modulationsart läßt sich dann mit einem Griff einschalten. Dies ist bei Sendern nach dem Filterprinzip nicht möglich und daraus erklärt sich die große Beliebtheit der Phasendifferenzmethode.

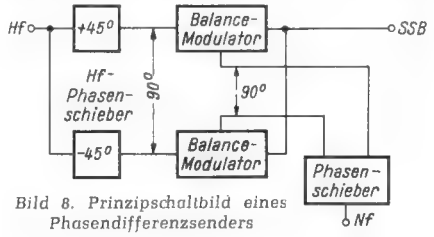


Bild 8. Prinzipschaltbild eines Phasendifferenzsenders

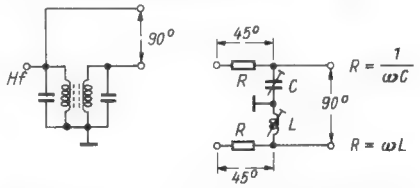


Bild 9. Zwei Verfahren zur Herstellung einer Hf-Phasendifferenz von 90°

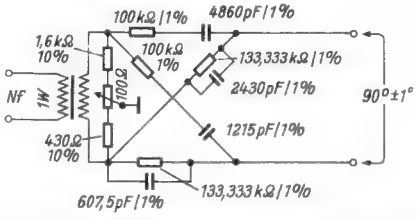


Bild 10. Niederfrequenzphasenschieber. Der Transformator soll etwa 2 kΩ Sekundärimpedanz haben

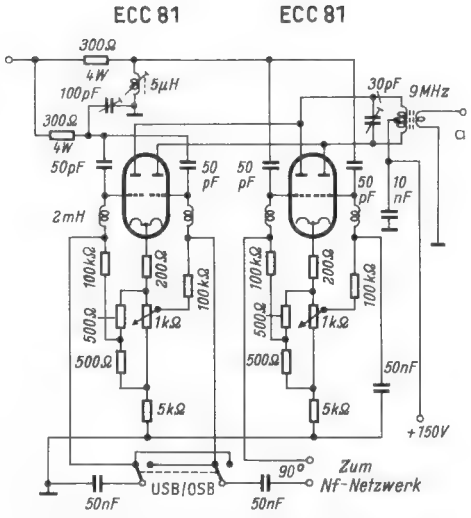


Bild 11. SSB-Generator für 9 MHz Festfrequenz. Der Schalter dient zum Wechseln der Seitenbänder. a führt zum Gitter 1 der Mischstufe 3 V≈

Es soll aber auch nicht verschwiegen werden, daß der Aufbau eines Phasenschiebersenders viel schwieriger ist. Die Verdrahtung muß sehr sorgfältig und genau symmetrisch ausgeführt werden, wenn man Mißerfolge vermeiden will. Die theoretisch erreichbare Seitenbandunterdrückung hängt von den verwendeten Netzwerken ab, bei der Schaltung nach Bild 11 beträgt sie 39 dB. Bei einigermaßen sorgfältigem Aufbau kann man 35 dB tatsächlich erreichen, was durchaus genügt. Es ist für den Amateur nicht nötig, mit der Seitenbandunterdrückung wesentlich höher zu gehen, da die Verzerrungsprodukte der Senderendstufe stets in der gleichen Größenordnung liegen (etwa bei – 40 dB). Die *Bilder 11a* und *11b* zeigen Einzelheiten aus dem vom Verfasser gebauten Einseitenbandsender.

Es ist natürlich möglich, als Balancemodulator eine Diodenschaltung zu verwenden, wie sie im Abschnitt „Trägerunterdrückung" bereits beschrieben wurde (Bild 2). Dies

[1]) Die Bilder 1 bis 7 befinden sich im ersten Teil dieser Arbeit, FUNKSCHAU 1957, Heft 22, Seite 611 und 612.

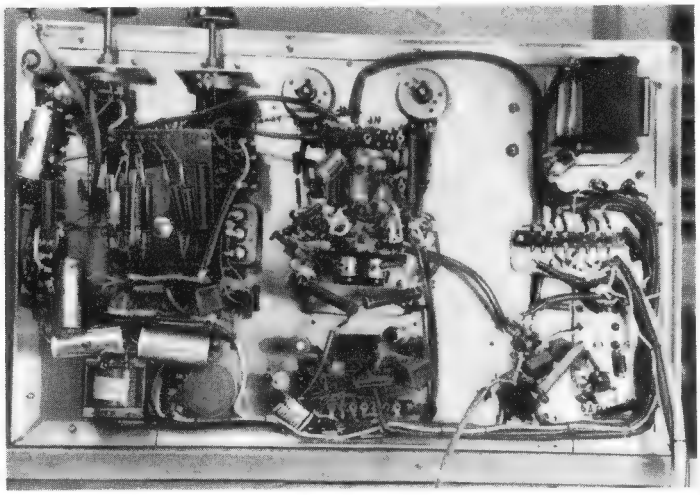


Bild 11a. Verdrahtung des Steuersenders nach Bild 11. Links der Hf-Verstärker mit dem Phasenschieber-Netzwerk, in der Mitte oben die beiden Träger-Balanceregler. Betriebsartenumschalter und Abschirmwände sind entfernt. Darunter der 9-MHz-Kristalloszillator

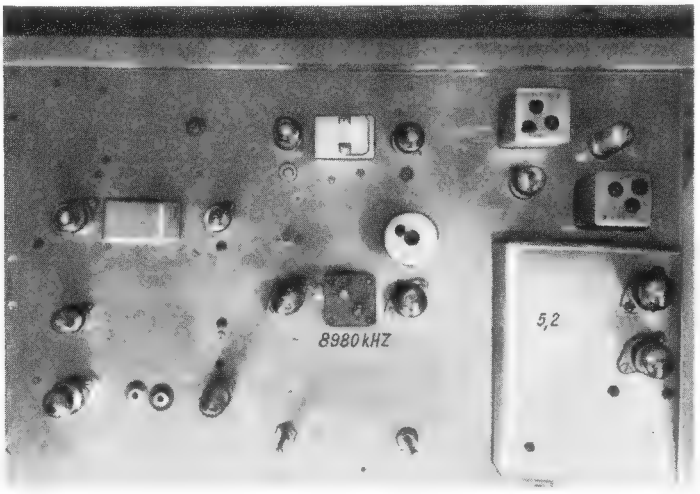


Bild 11b. Der gleiche Steuersender wie in Bild 11a, von oben gesehen; links der Nf-Verstärker, in der Mitte die Balancemodulatoren, rechts der variable Oszillator, darüber die Mischstufe

wird auch häufig gemacht, wobei sich eine Schaltung nach *Bild 12* besonderer Beliebtheit erfreut, weil man bei ihr mit sehr kleinem Aufwand recht gute Erfolge erzielt. In Bild 12 wird das gleiche Niederfrequenznetzwerk wie vorher verwendet, allerdings ist diesmal in jede Ausgangsleitung ein Verstärker geschaltet. Das ist notwendig, weil das Netzwerk eine hohe Ausgangsimpedanz hat, während die hier verwendeten Zwischentransformatoren ziemlich niederohmig sind.

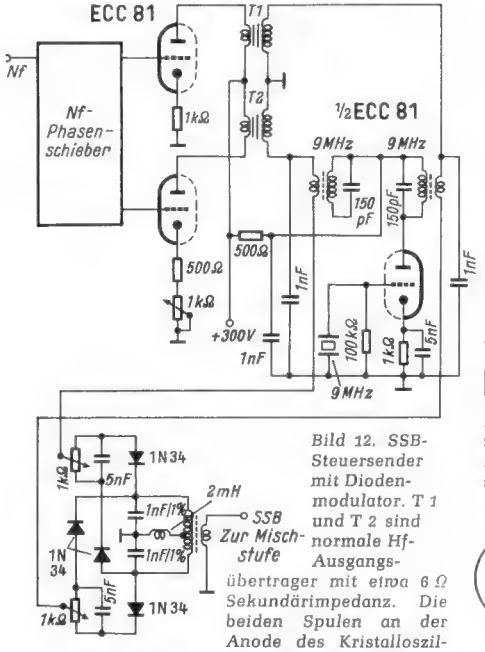


Bild 12. SSB-Steuersender mit Diodenmodulator. T 1 und T 2 sind normale Hf-Ausgangsübertrager mit etwa 6 Ω Sekundärimpedanz. Die beiden Spulen an der Anode des Kristalloszillators sitzen auf einem gemeinsamen Körper

In Serie mit der Sekundärwicklung jedes Transformators liegt der Ausgang einer Bandfilteranordnung, die von einem 9-MHz-Kristalloszillator gespeist wird und die notwendige Phasenverschiebung von 90° für die Hochfrequenz herstellt. Damit werden zwei aus Dioden bestehende Balancemodulatoren angesteuert, die zunächst den Träger unterdrücken und die mit ihren Ausgängen parallel geschaltet sind. Im gemeinsamen Ausgangskreis erhält man deshalb ein SSB-Signal auf einer festen Frequenz von 9 MHz. Beim Aufbau der Schaltung ist zu beachten, daß man vier *gleiche* Germaniumdioden verwenden muß. Die Potentiometer dienen zur genauen Symmetrieeinstellung und damit zur Trägerunterdrückung.

Abgleich von Steuersendern

Der Abgleich von Filtersendern ist nicht schwierig, sofern man das Filter, wie im Teil 1 beschrieben, vorabgeglichen hat. Man braucht dann nur noch für genügende Trägerunterdrückung zu sorgen, indem man das Balancepotentiometer im Modulator entsprechend einstellt. Den Träger kontrolliert man dabei am S-Meter des Stationsempfängers. Falls der Träger nicht ganz verschwindet, liegt in den meisten Fällen eine Übersteuerung des Balancemodulators vor. Manchmal gelangt auch infolge schlechter Abschirmung etwas Hf-Spannung um den Modulator herum an das Gitter der nächsten Stufe.

Viel schwieriger ist der Abgleich beim Phasenschiebersender. Hier gibt es verschiedene Verfahren, die ihre Vor- und Nachteile haben. Beginnen wir zunächst mit dem Einfachsten. Wir benötigen einen sehr trennscharfen Empfänger und einen 1000-Hz-Ton, den wir z. B. mit einer Meßschallplatte erzeugen können. Wir hören mit dem Empfänger das Ausgangssignal des Steuersenders ab und unterdrücken durch Einstellen der beiden Balance-Potentiometer den Träger. Sodann geben wir den 1000-Hz-Ton auf den Steuersender und stellen am Empfänger die geringste mögliche Bandbreite ein. Sie muß kleiner als 1 kHz sein, d. h. ein Kristallfilter ist notwendig. Wir werden nun beim langsamen Durchstimmen deutlich die beiden Seitenbänder und, sehr leise, den unterdrückten Träger hören. Durch vorsichtiges Verstellen des Phasenreglers im Nf-Netzwerk und Verstimmen des Hf-Phasenschiebers muß nun eines der Seitenbänder zum Verschwinden gebracht werden. Man kann sich dabei nicht auf das Gehör allein

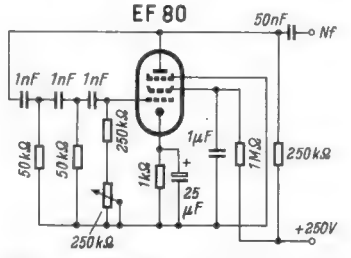


Bild 13. Nf-Oszillator mit guter Sinusform. Der Oszillator darf nur hochohmig belastet werden

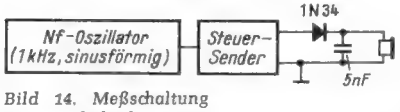


Bild 14. Meßschaltung zum Abgleich eines SSB-Steuersenders mit sinusförmigem Oszillator

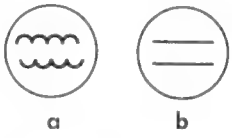


Bild 15. Schirmbilder. a schlechte Unterdrükkung von Seitenband und Träger, b reines SSB-Signal

verlassen, sondern muß die Ausgangsspannung des Empfängers mit einem Voltmeter messen. Die Trägerunterdrückung muß jedesmal nachgestellt werden, wenn die Hf-Phase geändert wurde.

Ein sehr elegantes und bequemes Abgleichverfahren wurde von einem englischen Amateur erprobt. Hierzu ist ein Nf-Oszillator erforderlich, der 1000 Hz mit genauer Sinusform liefert. Einen solchen Oszillator kann man sich nach *Bild 13* leicht selbst bauen, er wird später beim Einstellen der Senderendstufe noch gute Dienste leisten. Der Steuersender wird mit dem 1000-Hz-Ton moduliert und an seinen Ausgang wird über eine Germaniumdiode ein Kopfhörer gelegt (*Bild 14*). Wenn im Ausgang mehr als ein Seitenband vorhanden ist, wird man einen Ton hören können. Man braucht nun bloß solange die Phasenregler und die Trägerbalance ändern, bis der Ton verschwindet.

Ist ein Oszillograf vorhanden, so kann er zum Abgleichen benutzt werden. Der Steuersender wird mit einem Sinuston moduliert, die Ausgangsspannung gibt man an die vertikalen Platten, die Kippfrequenz kann etwa 50 Hz betragen. Bei richtiger Einstellung des Steuersenders ergibt sich ein breites Lichtband (*Bild 15*). Hierbei ist zu beachten, daß auch im Nf-Teil des Steuersenders keine Verzerrungen auftreten dürfen, denn sie täuschen Seitenbänder vor.

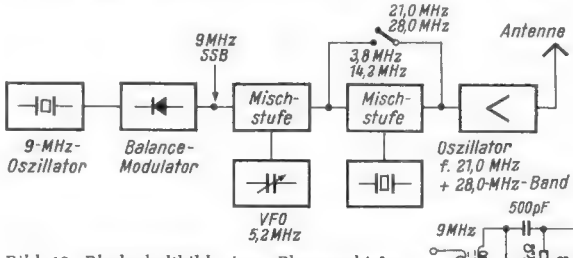


Bild 16. Blockschaltbild eines Phasenschiebersenders für alle Amateurbänder. Auf 80 m und 20 m wird nur die erste Mischstufe benutzt

Frequenzwechsel

Einer der wesentlichen Nachteile der Einseitenbandmodulation besteht darin, daß SSB-Signale linear verstärkt werden müssen. Alle nachfolgenden Stufen des Senders dürfen nur in Klasse A, AB oder B arbeiten. Deshalb ist Frequenzvervielfachung nicht möglich. Da der Steuersender außerdem auf einer festen Frequenz arbeiten soll (weil die Phasenschieber bzw. die Filter nur auf einer Frequenz richtig funktionieren), müssen Mischstufen verwendet werden.

Es hat sich eingebürgert, bei Verwendung eines Phasengenerators das SSB-Signal auf 9 MHz zu erzeugen und es dann mit der Ausgangsspannung eines variablen Oszillators von 5 MHz zu überlagern (*Bild 16*). Man kann dann wahlweise die Summen- oder Differenzfrequenz benutzen (durch Auswechseln des Anodenkreises der Mischröhre) und damit das 80- oder 20-m-Band erreichen. Um auf die anderen Amateurbänder zu gelangen, mischt man nochmal mit einer geeigneten quarzgesteuerten Frequenz.

Bei Filtersendern, deren Ausgangsfrequenz meist bei etwa 450 kHz liegt, wird im

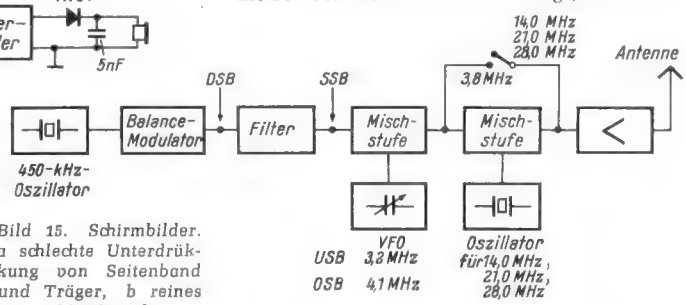


Bild 17. Blockschaltbild eines Filtersenders. Auf 80 m arbeitet nur die erste Mischstufe. Zum Seitenbandwechsel wird die Frequenz des VFO um 900 kHz geändert.

allgemeinen ein variabler Oszillator von etwa 3 MHz benutzt, so daß man sofort das 80-Meterband erreicht. Für die anderen Bänder nimmt man dann eine weitere Mischstufe. Ein besonderes Problem bei Filtersendern ist die Seitenbandumschaltung. Hierfür gibt es verschiedene Möglichkeiten: Man kann zwei Filter vorsehen, die wahlweise verwendet werden. Man kann aber auch einfach zwei Trägeroszillatoren bauen, deren Frequenzen um 3 kHz auseinander liegen. Die dritte und am häufigsten angewandte Möglichkeit besteht darin, daß man den variablen Oszillator einmal über und einmal unterhalb der Betriebsfrequenz schwingen läßt (*Bild 17*).

Beim Aufbau der Mischstufen muß man daran denken, daß auf jeden Fall am Ausgang der Stufe außer der gewünschten Frequenz noch eine Reihe von Mischprodukten auftritt, die evtl. mit abgestrahlt werden könnten. Deshalb soll zwischen Misch- und Senderendstufe mindestens eine weitere Verstärkerstufe vorgesehen wer-

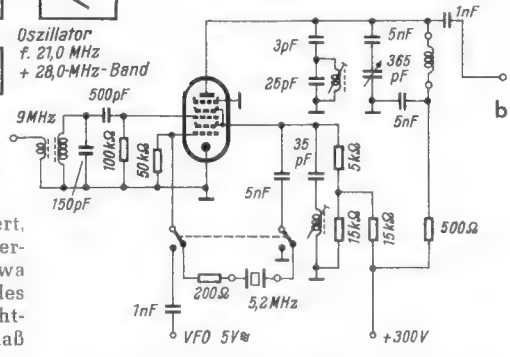


Bild 18. Mischstufe. Die beiden Saugkreise werden auf die dritte Harmonische des Oszillators abgestimmt (15 MHz), b 80 m-, 20-m-Ausgang

Amateur-Kurzwellenempfänger RX 57

Preis: 795 DM, zusätzlich 68 DM für Eichquarz

Mit diesem sehr interessanten Empfänger der Firma Max Funke, Adenau/Eifel, der in Zusammenarbeit mit dem Technischen Referenten des Deutschen Amateur Radio-Clubs, G. Paffrath, DL 6 EG, entwickelt wurde, ist unseres Wissens zum ersten Mal „von Amateuren für Amateure" ein den kommerziellen Großstations-Empfängern annähernd gleichwertiger Kurzwellenempfänger geschaffen worden. Er besitzt einen in mancher Hinsicht ungewöhnlichen Aufbau. Auf eine Hf-Vorstufe mit einem abstimmbaren Kreis am Steuergitter der Pentode EF 89 und einem anodenseitigen, abstimmbaren Bandfilter folgt die Misch/Oszillatorröhre ECH 81, deren Oszillator-Anodenspannung stabilisiert ist. Der Zf-Verstärker ist fünfstufig mit einer Zwischenfrequenz von 1,6 MHz. Die ersten drei Stufen mit den drei Röhren ECH 81 bilden den *Q-Multiplier*[1]), so daß die Stufenverstärkung mit dem Faktor 3 nur sehr gering ist. Die eigentliche Zf-Verstärkung ist in die Stufen 4 und 5 mit je einer Pentode EF 89 verlegt. Am Eingang des Zf-Teiles liegt ein vom Herkömmlichen abweichend geschalteter *Telegrafie-Oszillator (BFO)* mit dem Triodensystem einer ECC 81. Er arbeitet einmal als Überlagerer mit regelbarer Signalstärke und mit einer über den ganzen Zf-Bereich verschiebbaren Frequenz. Steht der Schalter S 1 jedoch in Stellung „Fone" (= Telefonie), so ist die Koppelspule wirksam, und das Ganze bildet einen *Störsignal-Absorber*[2]) mit dosierbarer Bandbreite des auszublendenden Spektrums. Im Nf-Teil ist ein wirksamer, in seinem Pegel einstellbarer und mit den Röhren ECC 81 und EAA 91 bestückter *Störbegrenzer* vorhanden. Darauf folgt ein *Nf-Selektor* zum Anheben deutlich gewünschter Tonlagen und ein zweistufiger Nf-Verstärker mit der Pentode EF 89 und der Endröhre EL 84.

Fortsetzung von Seite 642

den, die zweckmäßigerweise mit Bandfilter gekoppelt wird. Außerdem muß die Mischstufe gut abgeschirmt werden, so daß keinerlei Hochfrequenz auf Abwege geraten kann.

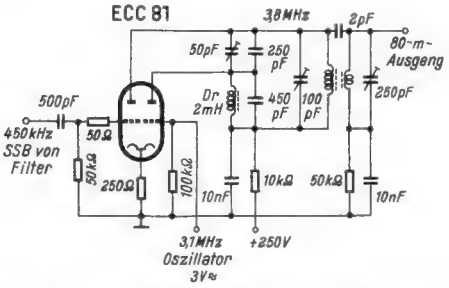


Bild 19. Gegentaktmischstufe für einen Filtersender. Mit den Trimmern wird der Anodenkreis so ausbalanciert, daß das Oszillatorsignal verschwindet

Als Mischröhre können alle handelsüblichen Typen verwendet werden, wie z. B. die Mischhexode ECH 81. Besonders bewährt hat sich die Röhre 6 BA 7, die speziell für diesen Zweck entwickelt worden ist. Eine viel verwendete Schaltung mit dieser Röhre zeigt *Bild 18*. Dem Gitter 1 wird die Ausgangsspannung eines variablen Oszillators von etwa 5 MHz zugeführt. An der Anode hat man dann ein 80- und ein 20-m-Signal. Man kann stattdessen aber auch einen 5-MHz-Kristall zwischen Gitter 1 und 2 legen, die Röhre arbeitet dann gleichzeitig als Oszillator. In diesem Falle empfiehlt es sich allerdings, die Schirmgitterspannung zu stabilisieren. Zu beachten ist, daß außerdem eine Oberwelle des Oszillators bei 15 MHz auftritt, die beim Arbeiten auf 14 MHz sicher mit abgestrahlt würde. Um dies zu verhindern, liegen in Schirmgitter und Anode entsprechende Filter.

Unerwünschte Nebenprodukte entstehen in weit geringerem Maße, wenn Gegentaktmischstufen angewendet werden. Ein entsprechendes Schaltungsbeispiel zeigt *Bild 19*.

(Fortsetzung folgt)

Kein Doppelsuper

Um ausreichende Vorselektion und gute Zf-Trennschärfe zu erzielen, werden Hochleistungs-Superhets für Kurzwellenempfang allgemein als Doppelsuper, u. a. mit Quarzfilter, und mit quarzstabilisiertem zweitem Oszillator gebaut. Dabei ergibt die hohe erste Zwischenfrequenz (im Bereich 1,5... 2 MHz) die nötige Spiegelfrequenzsicherheit, während große Trennschärfe und hohe Verstärkung in der zweiten Zwischenfrequenz (etwa 460 kHz) erreicht werden. Bei dem vorstehend behandelten Empfänger ist dieser Weg nicht beschritten worden. Folgen wir den Argumenten der Entwickler, so hören wir, daß beide Ziele auch ohne Einführung des Doppelsuperhet-Prinzips erreicht wurden. Der Wegfall des zweiten Oszillators ist zweifellos ein Vorteil, denn dessen Neigung zur Erzeugung von Oberwellen ist schwer und nur mit großem Aufwand zu dämpfen. Bei einem Bandempfänger, einem Gerät also, das nur die Kurzwellenamateur-Bänder aufnimmt, läßt sich die schädliche Wirkung der Oberwellen des zweiten Oszillators im Doppelsuperhet zwar durch richtige Wahl beider Zwischenfrequenzen vermeiden, aber im vorliegenden Fall sollte der Empfänger auch noch für andere Frequenzbereiche brauchbar sein (worauf der unbeschaltete sechste Wellenbereich anspielt), also doch auf die Oberwellen Rücksicht nehmen.

Der Q-Multiplier

Kurzum, man hat auf die zweifache Überlagerung verzichtet und mußte daher einen ungewöhnlichen Zf-Verstärker bauen, der beides kann: er ergibt dank hoher Zwischenfrequenz eine sehr gute Spiegelfrequenzsicherheit — und außerdem ausgezeichnete Werte für Verstärkung und Selektion. Um die Aufteilung der Aufgaben kam man jedoch nicht herum, also tragen die drei ersten Stufen — wie erwähnt — kaum zur Verstärkung bei, sichern aber die notwendige Trennschärfe durch den Q-Multiplier, dessen Kreisgüte extrem gesteigert wurde. Man verwendet Toroid-Spulen mit nur einer Lage, deren Güte mit Q = 400 gemessen wird, so daß sich fabrikatorisch Kreisgüten von Q = 300 bis 350 ergeben. Die Amateure unter unseren Lesern werden den Q-Multiplier (Güte-Vervielfacher) kennen, der erstmalig 1952 von den Amerikanern *Villard* und *Rorden* beschrieben wurde. Im RADIO-MAGAZIN 1955, Heft 12, Seite 402, ist übrigens eine ausführliche Erläuterung des Q-Multipliers für Amateurempfänger erschienen.

Die Bandbreite des Zf-Verstärkers beträgt in Reglerschaltung „breit" 5 kHz. Die etwas versetzt abgestimmten Kreise des Q-Multipliers sichern eine flache Kuppe der Durchlaßkurve bis herab zu etwa 2 kHz Bandbreite; in dieser Stellung des Reglers erreicht die Flankensteilheit 38 dB/kHz. Das Verlegen der Selektion in den ersten Teil des Zf-Verstärkers, wo also die Amplituden noch klein sind, vermindert die unerwünscht langen Ein- und Ausschwingzeiten supersteiler Kreise beim Anstoßen durch Störimpulse. Die Stufenverstärkung von Teil 4 und 5 des Zf-Verstärkers liegt bei 100, hier ist eine besondere Handregelung der Verstärkung vorgesehen.

Zwei Dioden OA 81 demodulieren die Zwischenfrequenz und liefern die Spannung für die automatische Verstärkungsregelung (ALR), die auf die Hf-Vorröhre, die beiden letzten Zf-Röhren und die Nf-Vorröhre wirkt.

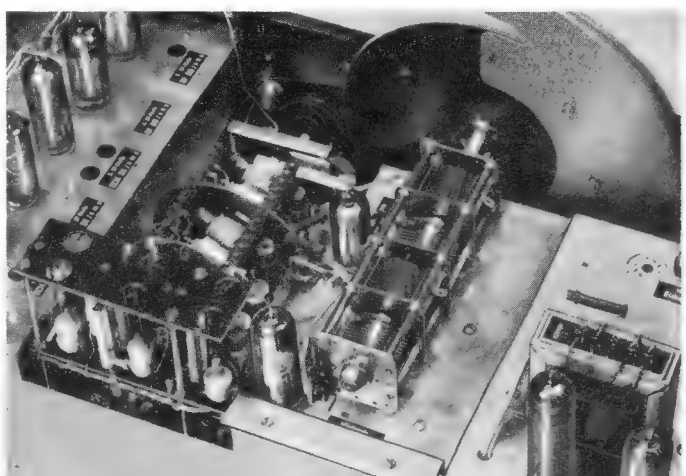
Limiter-Schaltung

Als Störbegrenzer wurde die *Limiter-Schaltung* nach *Bill Scherrer* eingebaut; hier ist das Verhältnis zwischen Aufwand und Leistung günstig. Der Schwellwert läßt sich so einstellen, daß er mit dem Rauschen übereinstimmt; er unterdrückt dieses und öffnet die Niederfrequenzstufe erst beim Eintreffen eines entsprechend großen Nutzsignals.

Der Niederfrequenz-Selektor verzichtet auf Röhren. Von der Sekundärseite des Ausgangsübertragers wird ein Teil der Ausgangsspannung über einen Bandpaß dem Steuergitter der Nf-Vorröhre EF 89 zugeführt. Mit den Reglern „Amplitude" und „Frequenz" läßt sich der jeweils eingestellte Telegrafieton, beispielsweise ein solcher von 800 Hz, anheben. Die Verstärkung kann bis zum Schwingungseinsatz getrieben werden. Steht der Regler „Amplitude" auf Null, so ist der ursprüngliche Frequenzgang des Nf-Verstärkers wieder hergestellt. Übrigens ist diese ursprünglich nur zur Verbesserung des Telegrafieempfangs entworfene Schaltung auch manchmal bei Telefonie hilfreich; mit ihr läßt sich die Modulation einer zu gering durchmodulierten Gegenstation anheben, auch kann man das Klangbild aufhellen, wenn man wegen zu starker Störung Telefoniesender bei geringer Bandbreite aufnehmen muß.

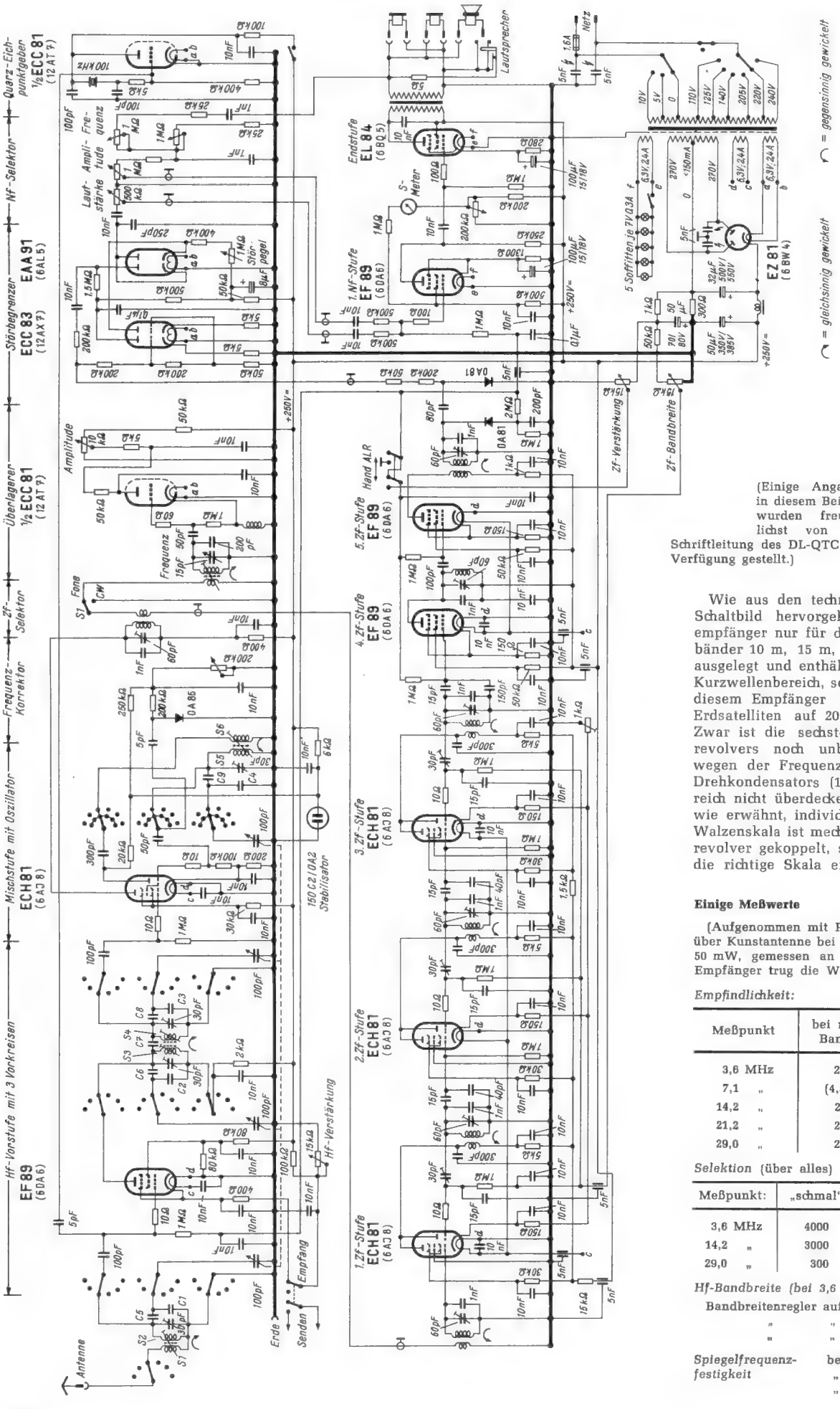
[1]) Q-Multiplier = Güte-Vervielfacher; sehr lose gekoppelte und verlustfreie Kreise, die eine hohe Trennschärfe bewirken.

[2]) In der Wirkung ist die Anordnung einem induktiv angekoppelten Sperrkreis vergleichbar.



Vierfach-Drehkondensator und Spulenrevolver. Links die Zf-Röhren, zwischen Drehkondensator und Spulen die Hf-Vor- und die Misch-Oszillatorröhre, vorn rechts Endröhre EL 84 und Nf-Vorröhre EF 89, rechts 100-kHz-Eichquarz

Amateur-KW-Empfänger Funke RX 57



Windungen							Kondensatoren								
S1	S2	S3	S4	S5	S6		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
2	7	7	7	7	3	10 m Band — 28,0 ... 29,7 MHz	80	75	75	90 | 60	60	60	1	60	60
2	8	8	9	6	4	15 m Band — 21,0 ... 21,45 MHz	250•	235•	150•	280•	105•	110•	2	100•	120•
3	12	12	12	11	6	20 m Band — 14,0 ... 14,35 MHz	215•	255•	250•	250•	105•	105•	2	100•	100•
3	19	19	19	17	6	40 m Band — 7,0 ... 7,15 MHz	500•	510•	320•	400•	150•	150•	2	150•	150•
8	26	26	26	29	8	80 m Band — 3,5 ... 3,80 MHz	200•	200•	200•	200•	680•	630•	2	780•	200•

• Styroflex | Kondensator-Batterie

(Einige Angaben in diesem Beitrag wurden freundlichst von der Schriftleitung des DL-QTC zur Verfügung gestellt.)

Wie aus den technischen Daten und dem Schaltbild hervorgeht, ist dieser Amateurempfänger nur für die Kurzwellen-Amateurbänder 10 m, 15 m, 20 m, 40 m und 80 m ausgelegt und enthält keinen durchgehenden Kurzwellenbereich, so daß beispielsweise mit diesem Empfänger keine Beobachtung des Erdsatelliten auf 20,005 MHz möglich war. Zwar ist die sechste Stellung des Spulenrevolvers noch unbelegt, aber sie kann wegen der Frequenzvariation des Vierfach-Drehkondensators (1 : 2) diesen ganzen Bereich nicht überdecken. Die beleuchtete und, wie erwähnt, individuell von Hand geeichte Walzenskala ist mechanisch mit dem Spulenrevolver gekoppelt, so daß im Fenster stets die richtige Skala erscheint.

Karl Tetzner (DL 1 UH)

Einige Meßwerte

(Aufgenommen mit Philips-Meßsender GM 2653 über Kunstantenne bei einer Ausgangsleistung von 50 mW, gemessen an 5 Ω. Der durchgemessene Empfänger trug die Werknummer 004)

Empfindlichkeit:

Meßpunkt	bei normaler Bandbreite	bei Bandbreite „schmal"
3,6 MHz	2,5 µV	1,2 µV
7,1 „	(4,5) „	–
14,2 „	2,4 „	0,8 „
21,2 „	2,4 „	–
29,0 „	2,0 „	1,0 „

Selektion (über alles)

Meßpunkt:	„schmal"	„Marke"	„breit"
3,6 MHz	4000	1500	650
14,2 „	3000	–	–
29,0 „	300	–	–

Hf-Bandbreite (bei 3,6 MHz)

Bandbreitenregler auf breit		4,5 kHz
„	„ Marke (Mitte)	1,4 „
„	„ schmal	0,2 „

Spiegelfrequenzfestigkeit	bei 3,6 MHz	1 : 16 000
	„ 14,2 „	1 : 5 600
	„ 29,0 „	1 : 1 200

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Spannungsmeßgerät mit dem magischen Band

Für die Messung von Hoch- und Niederfrequenz-, Wechsel- und Gleichspannungen, die keine besondere Genauigkeit erfordern, läßt sich mit dem magischen Band EM 840 (C. Lorenz AG) ein verhältnismäßig billiges Gerät aufbauen, das den Vorteil hat, die Spannungsquelle ähnlich wie ein Röhrenvoltmeter nur äußerst gering zu belasten.

Die Schaltung des Spannungsmessers zeigt *Bild 1*. Für die Messung im untersten Bereich bis 20 V ist der Eingangswiderstand auf den für die Röhre maximal zulässigen Gitterableitwiderstand von 3 MΩ begrenzt. Zur Messung niederfrequenter Wechselspannungen wird eine Germaniumdiode mit Ableitwiderstand und Ladekondensator vor das Gitter des Triodensystems geschaltet. Für Hf-Messungen ist ein besonderer Tastkopf zu verwenden, der an die Meßbereiche für negative Spannungen anzuschließen ist.

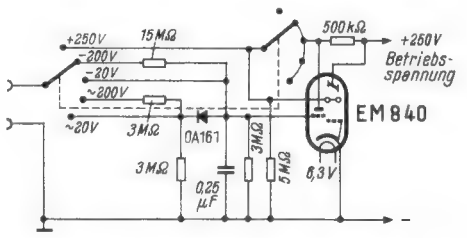


Bild 1. Schaltung des Spannungsmessers

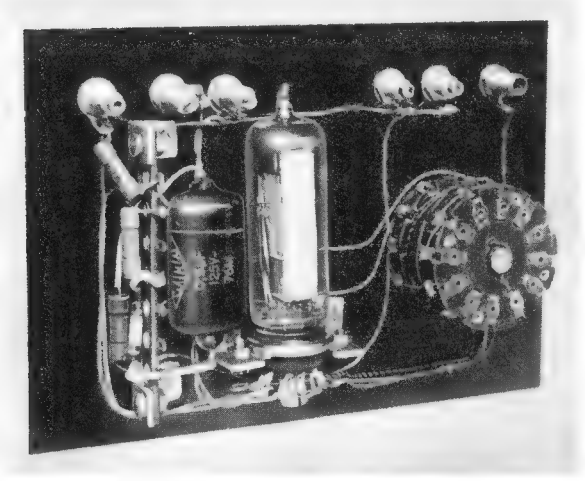


Bild 2. Mustergerät in einfachster Ausführung

Zur Messung von Anodenspannungen ist die Verbindung des Steuerstegs zur Anode des Triodensystems zu unterbrechen. Die zu messende Spannung wird dann direkt an den Steuersteg gelegt. Ein Ableitwiderstand von 5 MΩ sorgt dafür, daß die Anzeige nach der Messung wieder rasch auf die Nullstellung zurückgeht. Auf diese Weise lassen sich positive Spannungen im Bereich von 50...250 V abschätzen, eine Eichung ist jedoch nur bei niederohmigen Spannungsquellen bis etwa 20 kΩ Innenwiderstand möglich.

Für den Aufbau des Gerätes genügt eine Hartpapierplatte mit den Abmessungen 150 × 105 mm, die einen länglichen Ausschnitt für das magische Band erhält. Die Fassung dafür sitzt auf einem rückwärts angebrachten Winkel. *Bild 2* zeigt den ersten Versuchsaufbau des Verfassers. Die Betriebsspannungen wurden hierbei jeweils dem zu untersuchenden Empfänger entnommen und den oben links sichtbaren Klemmen zugeführt.

Die Eichung erfolgt mit einem parallel geschalteten möglichst hochohmigen Vergleichsinstrument. Da das Leuchtbild aus zwei auf einer Geraden liegenden Leuchtbändern besteht, kann man auf einem Band die Eichung für negative Gleichspannungen und Wechselspannungen und auf dem andern jene für positive Gleichspannungen anbringen. Der genaue Wert von Vorwiderständen zur Erweiterung des Meßbereichs muß durch Versuch ermittelt werden, da die handelsüblichen Hochohmwiderstände zu große Toleranzen aufweisen. Am besten ist ein Spannungsteiler von 1:10, so daß für beide Meßbereiche nur eine Eichung erforderlich ist. Um für die negativen Gleich- und Wechselspannungen ebenfalls mit einer Eichung auszukommen, kann die Differenz mit einem geeigneten Vorwiderstand ausgeglichen werden.

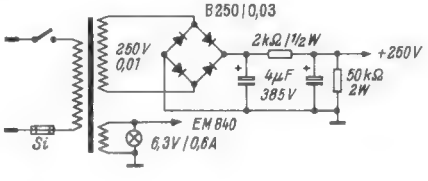


Bild 3. Der dazugehörende Netzteil

Der Kontrast kann beim magischen Band durch Abdecken mit grünen oder gelben Farbfiltern (Folien) erheblich verbessert werden, so daß auch bei hellem Licht gut abgelesen werden kann.

Da es zu umständlich ist, die Betriebsspannungen für das magische Band von außen, etwa durch Anklemmen im Rundfunkempfänger zuzuführen, empfiehlt es sich, ein kleines Netzanschlußteil gleich mit einzubauen, dessen Schaltung in *Bild 3* wiedergegeben ist und dessen Netztransformator sehr klein gehalten werden kann.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß das kleine Gerät auch zur Aussteuerungskontrolle für Verstärker verwendet werden kann.

Egon Koch

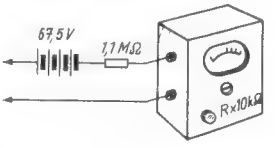
Mechanische Fernbedienung von Rundfunkempfängern

Eine Fernbedienung von Rundfunkgeräten ist auch auf rein mechanische Weise über zwei verkleidete und mit Schellen zusammengefaßte biegsame Wellen über mehrere Meter Entfernung möglich. Dabei werden am Empfänger die beiden Wellen so weit auseinandergeführt, daß je eine an einen der Drehknöpfe reicht, wo sie entweder mit Gewindestiften in vorbereitete Bohrungen eingeschraubt oder mit Gummisaugern festgemacht werden kann. Am Bedienungsende tragen die Wellen zwei Rändelknöpfe zum Drehen. Um ein Zerren am Rundfunkgerät zu verhindern, hält ein Gummisauger die von den Apparateknöpfen kommenden Einzelwellen an der Stelle ihrer Zusammenfassung auf dem Untersatz des Empfängers fest[1]).

Richard Dite

Erweiterung des Meßbereiches vom Ohm- zum Hochohmmeter

Die Messung von Fein- bzw. Erdschlüssen verlangt ein Hochohmmeter mit ausreichendem Meßbereich. Will man ein vorhandenes Ohmmeter mit einem Bereich von 10 kΩ auf 100 MΩ erweitern, empfiehlt sich die im *Bild* gezeigte Zusatzschaltung, für die eine Emce-Spezial-Manganchlorid-Anodenbatterie von 67,5 V zu empfehlen ist. Die Batterie hat eine besonders hohe Lagerfähigkeit und erreicht deshalb bei dem geringen Stromverbrauch eine erhebliche Lebensdauer. Mit dem Vorsatz wird der R × 10-kΩ-Bereich auf das Zehnfache erweitert, so daß er zu einem R × 100-kΩ-Bereich wird. Steht also der Zeiger des Ohmmeters auf 10, so messen wir 10 × 100 kΩ also 1 MΩ; steht er auf 100, so haben wir einen Widerstandswert von 1000 × 100 kΩ also 100 MΩ.



Die Zusatzbatterie erweitert den Meßbereich des Ohmmeters

Hans von Thünen

Überschläge bei Röhrenfassungen

Die Noval- und Miniaturröhrenfassungen besitzen in der Mitte zu Abschirmzwecken und als Erdungspunkt ein Metallröhrchen. Der Abstand zwischen den eingesetzten Sockelstiften der Röhren und diesem Blech ist oft so klein, daß bei hohen Wechselspannungen, wie sie z. B. bei Lautsprecher- und Gleichrichterröhren auftreten, die Gefahr eines Überschlages besteht. Die Folge davon ist, daß die Röhre bzw. deren Glaskolben beschädigt wird. Es empfiehlt sich daher, beim Bau neuer Geräte, bei Lautsprecher-, Bildkipp-, Zeilenfrequenzausgangs-, Netz- und Hochspannungsgleichrichter-Röhren diese Metallröhrchen zu entfernen.

Egon Koch

Hochspannungsgerät für Ohmmeter

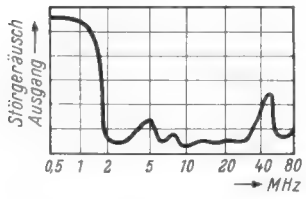
Zu diesem in der FUNKSCHAU 1957, Heft 19, S. 547 veröffentlichten Vorschlag für die Werkstattpraxis macht uns der Verfasser noch darauf aufmerksam, daß der Wolframkontakt auf der Schwingfeder durch Hartlöten zu befestigen ist. Weiter muß der Druckknopf zum Einschalten der Batterie aus Isoliermaterial bestehen (wie auch aus Bild 3 ersichtlich war), auch müssen die Hochspannung führenden Bauteile sorgfältig isoliert sein, damit beim Arbeiten mit dem Gerät keine unangenehmen elektrischen Schläge durch Hochspannung möglich sind.

---

[1]) Die gewerbliche Ausnutzung dieser Idee ist unter der DGBM-Nummer 1 744 874 geschützt.

Störende Leuchtstoff-Lampen

Leuchtstofflampen verursachen in ihrer Umgebung oft erhebliche Empfangsstörungen. Diese werden hauptsächlich durch einen Sprühvorgang an den Elektroden hervorgerufen. Die Stärke des Störfeldes schwankt je nach den Lampen ganz beträchtlich. In den meisten Fällen ist der Totalbetrag der Störgeräusche bei einer Gruppeninstallation weit geringer als die Störungen, die von einer einzelnen Leuchtstoff-Lampe hervorgerufen werden. Die Rundfunkfrequenzen von 0,55...1,6 MHz werden am meisten gestört, wie das *Bild* zeigt.



Störspektrum einer Leuchtstofflampe

Solche Störungen werden auf folgenden Wegen ausgestrahlt: 1. direkt, 2. durch Ausstrahlung von der Netzleitung nahe an der Lampe und 3. als leitungsgerichtete Rundfunkstörung. Um die Aufnahme solcher Störungen zu vermeiden, muß die Antenne des Radiogerätes außerhalb des Störfeldes angebracht und durch eine abgeschirmte Antennenleitung mit geerdetem Mantel mit den Antenneneingangsbuchsen des Gerätes verbunden werden. Die Verminderung von Störungen in einem Gerät mit eingebauter Antenne ist schwierig. Oft können durch Drehen des Empfangsgerätes bzw. Verstellen der Ferritantenne die Störungen gemildert werden. Eine eingebaute Netzantenne darf nicht benutzt werden. Zwischen Empfänger und Netzsteckdose ist ein Entstörstecker für die leitungsgerichteten Rundfunkstörungen anzubringen. Zu empfehlen ist die Vorschalt-Einheitstype der Firma Hydra, Berlin N 20.

Hans von Thünen

Schnell-Lötgerät

In der FUNKSCHAU 1957, Heft 11, Seite 304, brachten wir die Beschreibung eines in Australien hergestellten superschnell anheizenden Lötkolbens, dessen Arbeitsweise darauf beruht, daß seine Kupferspitze direkt in einen Niedervoltkreis eingeschaltet ist, der von einer Starterbatterie oder einem Transformator gespeist wird. Die Funk-Elektro-Spezialwerkstätte *Walter Zörner* in Ladenburg am Neckar teilte uns daraufhin mit, daß sie ein derartiges Lötinstrument schon seit einem Jahr herstellt und in einem Transportkoffer *(Bild 1)* auf den Markt bringt.

Das Lötwerkzeug ist als Zange ausgebildet, deren Backen mit der Sekundärwicklung eines Transformators verbunden sind. Beim Lötvorgang wird das Werkstück zwischen die Kontakte der Lötzange genommen und durch den Stromdurchgang in kürzester Frist so erhitzt, daß das zugeführte Lot schmilzt und das Werkstück sauber verlötet. Das Werkzeug eignet sich vor allem zum Verlöten von Kabelschuhen *(Bild 2)* oder von Hülsen zum Verbinden von Leitungen. Dabei wird der Kabelschuh oder die Hülse einfach von der Zange gefaßt; nach dem Erhitzen läßt man das Lötzinn zulaufen. Kalte Lötstellen sind bei diesem Verfahren unmöglich. Auch entfällt das Warten, bis der Lötkolben genügend heiß ist.

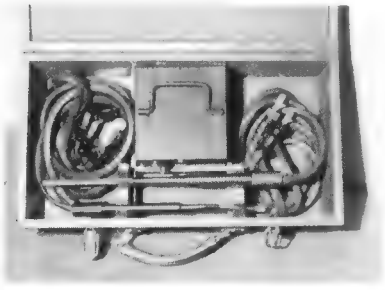


Bild 1. Niedervolt-Lötgerät im Transportkoffer

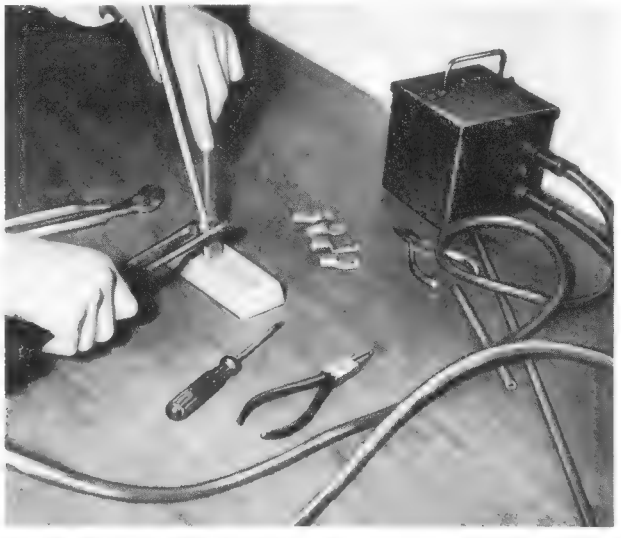


Bild 2. Handhabung der Lötzange

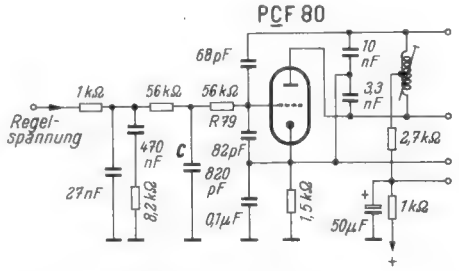
Je nach den Anforderungen der Praxis werden drei verschieden große Lötzangen geliefert. Eine Kleinausführung mit einer Leistung von 80 W lötet bis zu einem Querschnitt von 6 mm². Die mittlere Ausführung nimmt 150 W auf und gestattet Lötungen bis zu 30 mm², während die Großausführung mit einer Leistung von 300 W Querschnitte bis zu 150 mm² verlötet. Die jeweils dazu gehörenden Transformatoren sind vergossen und vollkommen geschlossen und dadurch gegen Eindringen von Feuchtigkeit geschützt. Sie sind auf 125 und 220 V umschaltbar und mit Berührungsschutz versehen. E. P.

Fernseh-Service

Kurzzeitige Zeilenverschiebungen

Bei einem Fernsehempfänger verschoben sich einige Zeit nach dem Einschalten plötzlich sprungartig und über den ganzen Bildschirm verteilt jeweils drei bis zehn Zeilen, kehrten in ihre Lage zurück und verschoben sich wieder. Der Fehler konnte sich also nach nächstliegender Vermutung im Amplitudensieb, im Phasenvergleich, im Sinus-Oszillator und der Reaktanzstufe oder in der Impulsverformungs- und Zeilenendstufe befinden.

Nachdem alle diese Stufen oszillografisch überprüft worden waren und nichts festgestellt werden konnte, wurden die Phasenvergleichsstufe und die Impulsverformungs- und Zeilenendstufe noch einmal mit einem Röhrenvoltmeter überprüft. Da jedoch alle Spannungswerte einwandfrei vorhanden waren, wurde schließlich die Regelspannung der Phasenvergleichsstufe gemessen, und zwar direkt am Gitter der als Induktivität geschalteten Reaktanzröhre. Neben den normalen Schwankungen konnte ein leichtes Vibrieren des Zeigers, und zwar wie ein Blick auf den Bildschirm zeigte, synchron mit den Zeilenverschiebungen festgestellt werden. Diese „Modulation" der Regelspannung konnte nun entweder in den Schaltelementen unmittelbar vor der Reaktanzstufe oder im Röhrensystem selbst (etwa als zeitweiliger Gitter-Katodenschluß) gesucht werden. Ein probeweises Erneuern des Kondensators C des Zeitkonstantengliedes *(Bild)* beseitigte den Fehler vollkommen.



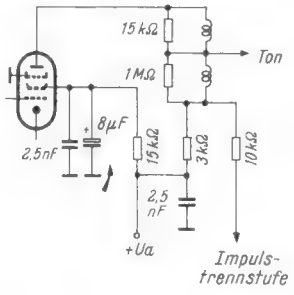
Der Kondensator C bewirkt durch unregelmäßige innere Kurzschlüsse das Ausreißen der Zeilen

Der Kondensator mußte also in gewissen Zeitabständen sprungartig und kurzzeitig mehr oder weniger leiten und so die Regelspannung beeinflussen. Eine nachfolgende Messung des Kondensators unter gleichzeitiger Wärmeeinwirkung bestätigte diese Vermutung.

Klaus B. Reinbach

Unstabile Synchronisation durch verformte Bildimpulse

Unstabile Bildsynchronisation lautete die Fehlerangabe eines Fernsehempfängers. Der Fehler erwies sich aber als keineswegs so harmlos wie der Techniker bei dieser Angabe zuerst vermutet hatte. Die Untersuchung der Bildimpulse ergab, daß diese erst nach der Impulstrennung verformt wurden. Also schien der Schaden eingekreist zu sein. Doch konnte er weder in den Röhren noch in den Widerständen und Kondensatoren der Integrationskette entdeckt werden. Es war schließlich nur noch zu vermuten, daß der Bildimpuls schon vorher irgendwie beeinflußt wurde, etwa in der Bild-Endstufe. Aber welches Glied war für den Bildkipp verantwortlich und ließ gleichzeitig die Zeilen unbeeinflußt?



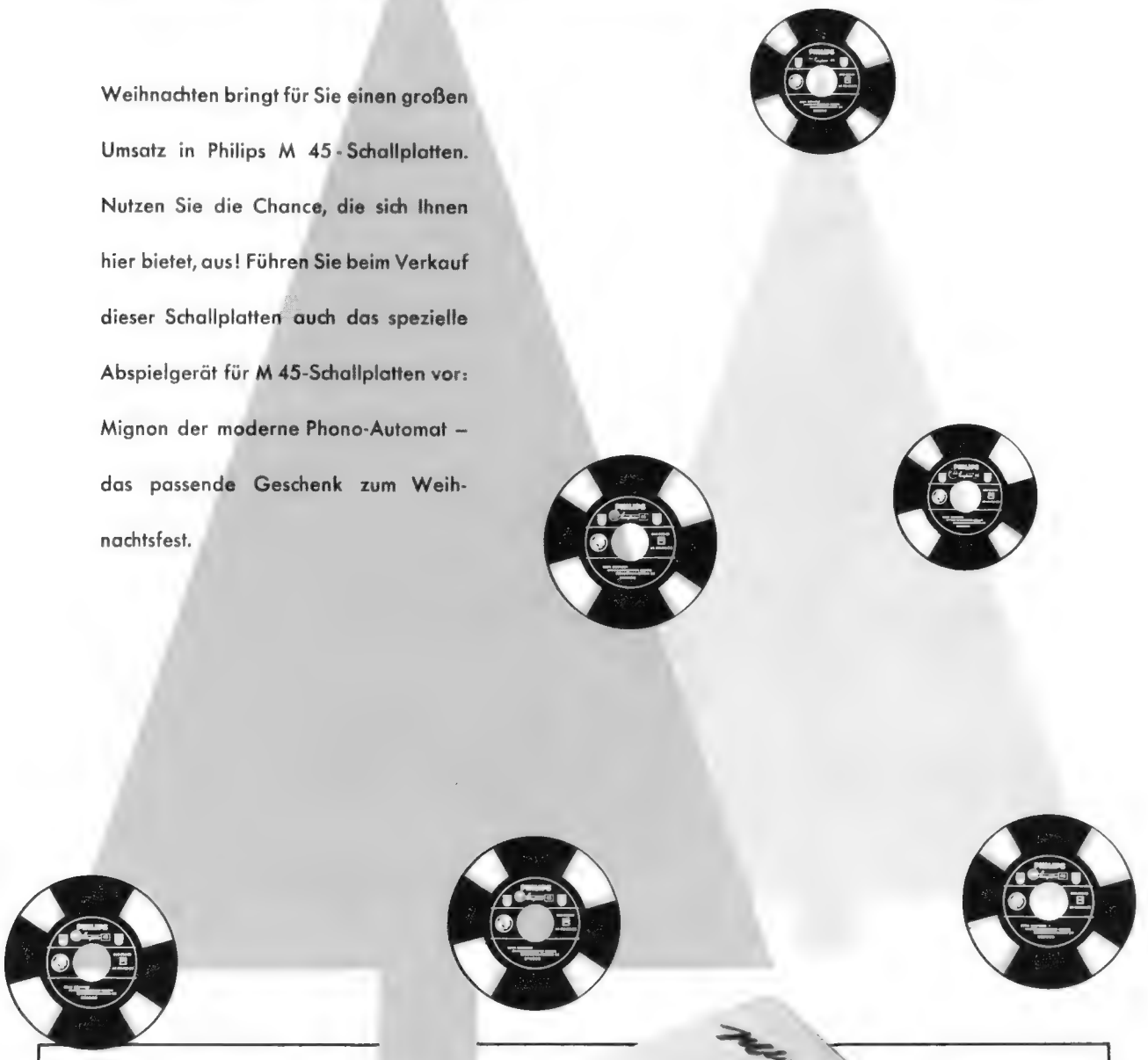
Der schadhafte Schirmgitterkondensator der Bild-Endstufe machte die Bildsynchronisation unstabil

Endlich wurde herausgefunden, daß ein 8 µF-Kondensator am Schirmgitter der Bild-Endstufe *(Bild)* seine Kapazität verloren hatte und die Spitzen der Bildimpulse ganz leicht wegschnitt. Diese geringe Veränderung war aus dem Vergleich mit den vom Hersteller angegebenen Oszillogrammen nicht zu erkennen.

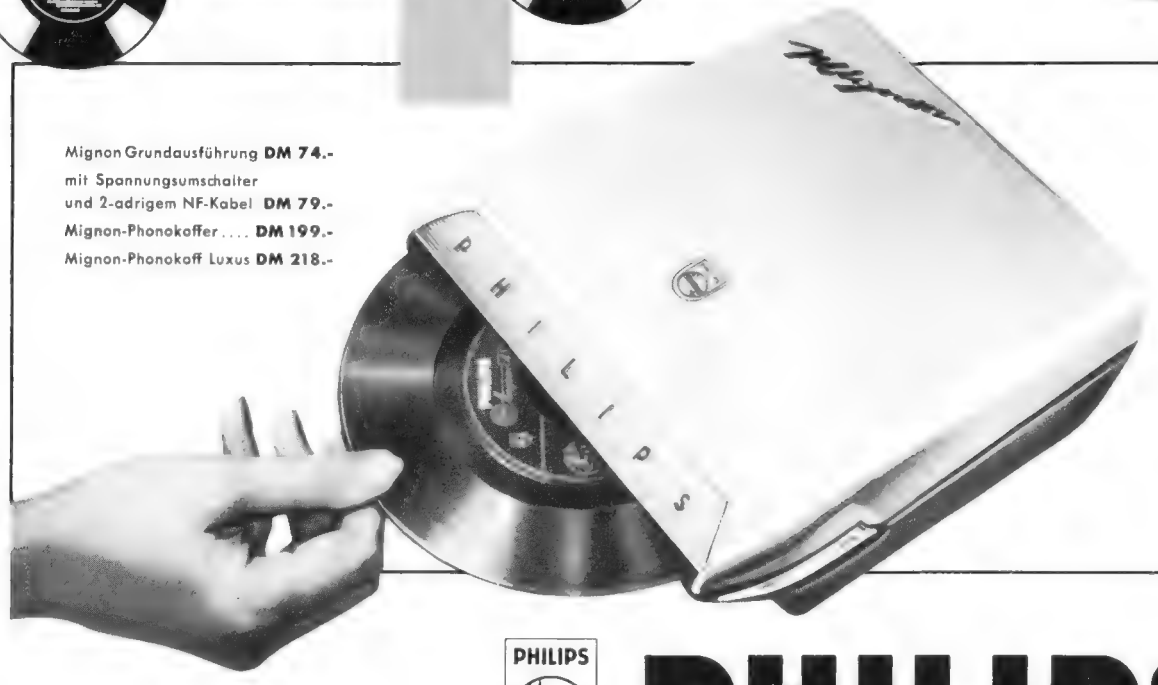
Rolf Verheyen

Ein zusätzliches Weihnachtsgeschäft für Sie!

Weihnachten bringt für Sie einen großen Umsatz in Philips M 45 - Schallplatten. Nutzen Sie die Chance, die sich Ihnen hier bietet, aus! Führen Sie beim Verkauf dieser Schallplatten auch das spezielle Abspielgerät für M 45-Schallplatten vor: Mignon der moderne Phono-Automat – das passende Geschenk zum Weihnachtsfest.



Mignon Grundausführung **DM 74.-**
mit Spannungsumschalter
und 2-adrigem NF-Kabel **DM 79.-**
Mignon-Phonokoffer .... **DM 199.-**
Mignon-Phonokoff Luxus **DM 218.-**



PHILIPS

PHILIPS

Neue Geräte

Loewe - Opta - Apollo, Meteor und Hellas. Bei diesen drei Empfängern wird auf eine Sonderschaltung der Seitenlautsprecher hingewiesen. Der linke Lautsprecher strahlt vorzugsweise die Schallwellen der höheren, der rechte Lautsprecher vorzugsweise die der tieferen Frequenzen ab. Dadurch wird der Klangeindruck in die Breite gezogen; d. h. wie in einem Orchester kommen die hohen Töne (Geigen) mehr von links, die tiefen Töne (Bässe) mehr von rechts. Durch das Zusammenwirken mit dem wie bisher nach vorn strahlenden Hauptlautsprecher ergibt sich mit der neuen Anordnung ein „Breitstrahl-Effekt".

Schaltungsmäßig wird bei der neuen Anordnung der linke Lautsprecher über einen Kondensator an einen Transformator-Abgriff angeschlossen, der eine höhere Spannung liefert, als für den rechten Lautsprecher vorgesehen ist. Kondensator und Abgriff sind so gewählt, daß im Bereich von 1...2 kHz beide Lautsprecher die gleiche Spannung erhalten. Nach höheren Frequenzen hin strahlt der linke Lautsprecher zunehmend mehr als der rechte, nach tieferen Frequenzen dagegen weniger, so daß der gewünschte „Breitstrahl-Effekt" erzielt wird *(Loewe Opta AG,* Berlin-Kronach-Düsseldorf).

Schaub-Weltsuper 58. Zusätzlich zu den bereits gemeldeten Typen wurde dieser Spitzensuper in das Programm aufgenommen. Er arbeitet mit 8/12 Kreisen und den Röhren ECC 85, ECH 81, EF 89, EF 89, EBC 91, EM 84, 2×ECL 82, Selen. Die Mehrfarben-

Großsichtsskala besitzt 11 Tasten *(Bild),* davon vier Klangregistertasten. Die 10-W-Gegentakt-Endstufe speist vier Lautsprecher: zwei Permanentsysteme mit je 17 × 25 cm und zwei weitere mit je 11 cm ∅. Gehäuseabmessungen 68x39x27,4 cm; Preis: 465 DM *(Schaub-Apparatebau,* Pforzheim).

Röhren und Kristalloden

Stabilisatorröhre Valvo 75 C 1. Diese neue Stabilisatorröhre zeichnet sich durch einen besonders großen Regelbereich von 2 bis 60 mA aus. Sie eignet sich daher vorwiegend für Schaltungen, bei denen der entnommene Strom stark schwanken kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Zündspannung praktisch unabhängig von der Raumhelligkeit ist, während sonst durch einen Fotoeffekt bei Glimmstabilisatoren sich diese Spannung in gewissen Grenzen ändert. Die Nenn-Brennspannung beträgt 75 V, der Preis 11.– DM *(Valvo GmbH,* Hamburg 1).

Zweifach-Bündeltetrode QQE 02/5. Die Valvo-GmbH hat die Reihe ihrer Zweifach - Bündeltetroden für das UKW- und Dezimeterwellengebiet durch den Typ QQE 02/5 erweitert. Diese Röhre eignet sich als Hf-Verstärker, Oszillator und Frequenzvervielfacher für Frequenzen bis zu 500 MHz. Sie hat einen Verstärkungsfaktor von 33, eine Steilheit von 10 mA/V und gibt je nach Betriebsart 4,5...5,8 W Hf-Leistung ab.

Kundendienstschriften

Die nachstehend aufgeführten Kundendienstschriften sind nicht von der FUNKSCHAU zu beziehen, sondern sie werden den Werkstätten von den Herstellerfirmen überlassen.

Graetz:

Reparaturdienstlisten für Musica 517 und 517 k sowie Melodia M 518 und Melodia 519 (Technische Daten der Geräte, Ersatzteillisten der mechanischen und elektrischen Teile, Schaltbilder, Abgleichanweisungen und Skalenseil-Verlauf).

Grundig:

Verminderung der Störstrahlung bei älteren UKW-Empfängern (Nach Empfängertypen geordnete Hinweise für einfache Entstörmaßnahmen. Ganz allgemein und besonders für schwierige Fälle wird empfohlen, einen modernen UKW - Baustein in ältere Geräte einzusetzen).

Saba:

Abgleichvorschriften der W-8-Serie (Schaltbild mit Einzelteil-, Strom- und Spannungswerten, Abgleichvorschrift und Abgleichplan).

Service-Einstellung für Sabafon TK 75/TC 75 (Mechanische Einstellungen der Bremsen und Relais, Elektrische Daten, Schaltbild).

Service-Einstellungen für die Fernsehempfänger 704 und 705 (Schaltbilder mit Impulsplänen, Abgleichanweisung und Vorschriften für die Einstellung der Bildlage, Ionenfalle usw.).

Siemens & Halske:

Montageanleitungen für verschiedene Antennenbauteile (Breitband-Antennenverstärker SAVE 323 W, Breitband-Antennenverstärkereinsatz SAVE 325 W, Breitband - Antennenverstärkereinsatz SAVE 329 W und Standrohr SAZ 755).

Telefunken:

Einstellvorschrift „Magnetophon" KL 35 (Einstellvorschriften für Bremsen, Rutschkupplung, Andruckrollen usw., Fehlersuch-Tabelle, Schaltbild mit Strom- und Spannungswerten).

Werkstattanleitung für den Plattenwechsler TW 560 (Technische Daten, Einbau in Tonmöbel, ausführliche Beschreibung der Bewegungsvorgänge, Ersatzteilliste, Wartungs- und Schmierplan).

Werkstattanleitungen für Rundfunkempfänger 1957/58 (Technische Daten, Ersatzteil-Listen, Schaltbilder und Abgleichtabellen für die Geräte Andante 8, Concertino 8, Concerto 8, Gavotte 8 Jubilate 8, Operette 8, Opus 8, Wien II.)

Neue Druckschriften

Die besprochenen Schriften bitten wir ausschließlich bei den angegebenen Firmen und nicht bei der Redaktion der FUNKSCHAU anzufordern.

Meßgeräte-Sonderliste M 4. In einer 16 Seiten starken Liste sind Meßgeräte und Instrumente für den Amateur und den Laborbedarf in vielfachen Ausführungen zu Sonderpreisen zusammengefaßt. Die Liste wird kostenlos abgegeben von *Arlt-Radio Elektronik - GmbH,* Düsseldorf.

Rundfunk- und Fernsehgeräte-Programm 1957/58. Mit einem farbenprächtigen Katalog im DIN-A4-Format, der auf 40 Seiten Inhalt das gesamte diesjährige Rundfunk- und Fernsehgeräte-Programm umfaßt, hat Loewe Opta seine Visitenkarte beim Groß- und Einzelhandel abgegeben. Erläuternde Einführungen machen mit grundsätzlichen Einzelheiten sowohl der Rundfunk- und Rundfunk-Phonogeräte wie der Fernsehgeräte und Kombinationen bekannt, wobei Rückblicke auf historische Geräte das Interesse des Lesers beleben *(Loewe Opta AG,* Berlin — Kronach — Düsseldorf).

RTN-Transformatoren, Liste 6/57. Eine 12seit. Druckschrift im DIN A 5-Format bringt eine reichhaltige Aufstellung von Transformatoren und Nf-Übertragern für Empfänger, Meßgeräte und zur Ersatzbestückung. Besonders reichhaltig ist die Auswahl an Transistor-Übertragern. Ein Zusatzblatt erlaubt eine schnelle Übersicht über die Preise *(Radio-Taubmann,* Nürnberg, Vordere Sterngasse 11).

Hauszeitschriften

Technische Hausmitteilungen Blaupunkt, Nr. 2, August 1957. Mit Rücksicht auf den Autosuper Wiesbaden von Blaupunkt, der mit Transistoren bestückt ist, behandelt das vorliegende Heft in knapper Form die Arbeitsweise von Transistoren und deren Funktion in dem erwähnten Autosuper. Die Schrift enthält weiter wichtige Werkstattwinke für den Heimradio-Techniker und für den Fernseh-Techniker, darunter auch Hinweise für Reparaturen an gedruckten und verdrahteten Schaltungen *(Blaupunkt-Werke GmbH,* Hildesheim).

Antennen-Post 1957 Heft 1 aus dem Hause Deutsche Elektronik GmbH. Unter dem Titel „Was gibt es Neues bei Elektronik?" wird für den Antennenbauer noch einmal zusammengestellt, was der aufmerksame Besucher am Firmenstand in Frankfurt zu sehen bekam. Ausgiebige technische Erklärungen und Bilder befassen sich mit dem Antennenprogramm 1957 von der Fernseh-Antenne über Antennen-Verstärker, Schaltdosen und Steckdosen bis zum Empfänger-Anschlußkabel *(Deutsche Elektronik GmbH,* Berlin und Darmstadt).

Messen . . . Reparieren, Heft 1957. Mit dieser neuen Hauszeitschrift will die Deutsche Philips GmbH ein rein technisch orientiertes und dem Service dienendes Blatt bieten. Es soll über interessante Reparaturfälle berichten, Kniffe und Winke für die Werkstattpraxis bringen und mit den Meßgeräten vertraut machen. Diese Tendenz kommt in dem ersten vorliegenden Heft gut zum Ausdruck, insbesondere geben groß abgebildete Oszillogramme wertvolle Anhaltspunkte für die Fehlersuche in Fernsehempfängern *(Deutsche Philips GmbH,* Hamburg 1).

Graetz-Nachrichten. Als Nachschau zur Großen Deutschen Rundfunk-, Fernseh- und Phonoausstellung 1957 sind diese vorzüglich aufgemachten und reichhaltigen Mitteilungen als *Sonderausgabe* erschienen. Wie immer befassen sie sich mit einer Reihe technischer Spezialgebiete, und deren Behandlung und Ausführung in den Erzeugnissen von Graetz. Dabei stehen diesmal Klarzeichner, Schnellwahltasten, Schallkompressor und die TV-Automatik im Vordergrund. Der farbenfrohen Übersicht über das Erzeugungsprogramm schließen sich Händlerfragen, eine Beschreibung des UKW-Transistor-Empfängers und Ausstellungserinnerungen an. Fernsehlehrgang und Reparaturkniffe, Meinungsumsetzer und interessante Nachrichten, Humor und Schaltpläne vervollständigen das Heft *(Graetz KG,* Altena/Westf.).

Tekade-Mitteilungen Nr. 1, Oktober 1957. Die erste Ausgabe dieser Mitteilungen verspricht dem Leser, technisch und wirtschaftlich über Stand und Umfang der Entwicklungs- und Fertigungsarbeiten der Firma zu unterrichten. Eine Abhandlung über UKW - Funksprechgeräte leitet das Heft ein. Berichte über das Kabelsuchgerät mit Transitoren und über Germanium-Dioden folgen. Besonders ausführlich ist die Beschreibung des Pegelprüfgerätes 41 (VGJ) für Amts- und Teilnehmereinrichtungen samt Bedienungsanleitung u. Schaltplan *(Süddeutsche Telefon-Apparate, Kabel- und Drahtwerke AG, Tekade,* Nürnberg).

Valvo-Spezialröhren-Brief Nr. 6. In dieser vierseitigen Druckschrift werden Schaltbeispiele elektronischer Hilfsgeräte für Fotoarbeiten veröffentlicht. Es handelt sich um zwei Präzisions - Zeitschalter zum Einstellen genau definierter Belichtungszeiten für Vergrößerungsgeräte sowie um zwei Lichtmengenmesser, die selbsttätig mit Hilfe von Fotozellen die Belichtungszeit ermitteln und den Vergrößerungsapparat ein- und ausschalten. Die Geräte lassen sich unter Verwendung der angegebenen Valvo-Spezialröhren und Fotozellen ohne Schwierigkeiten nachbauen. Sie sind nicht nur ein wertvolles Hilfsmittel für das Fotolaboratorium, sondern auch für andere Zwecke (Blinkanlagen, Leuchtreklame, Dämmerungsschalter) verwendbar. Die Spezialröhrenbriefe werden von Fachgeschäften, die Valvo - Röhren führen, kostenlos abgegeben.

Die neue Röhre - präg' dir's ein -

soll eine Lorenz-Röhre sein!

Eine neue Musiktruhe, die eine neue Käuferschicht erschließt:

BALLETT 58

Sie wurde eigens für solche Truhen-Liebhaber geschaffen, die bislang entweder aus räumlichen oder aus finanziellen Gründen die Verwirklichung ihres Wunsches zurückstellen mußten. Bescheiden im Platzbedarf, ist die BALLETT 58 genau das Richtige für kleinere Wohnräume. Dabei wirkt sie ausgesprochen gefällig und elegant und hat leistungsmäßig all das zu bieten, was der Käufer erwartet. Hinzu kommt der außerordentlich günstige Preis von DM 599.–, Grund genug, die BALLETT 58 besonders herauszustellen!

SCHAUB LORENZ

FUNKSCHAU-Leserdienst

Der Leserdienst steht unseren Abonnenten für technische Auskünfte zur Verfügung. Juristische und kaufmännische Ratschläge können nicht erteilt, Schaltungsentwürfe und Berechnungen nicht ausgeführt werden.

Wir bitten, für jede Frage ein eigenes Blatt zu verwenden und Vertriebs- und andere Angelegenheiten nicht in dem gleichen Schreiben zu behandeln. Doppeltes Briefporto (Inland 40 Pfg., Ausland zwei internationale Antwortscheine) ist beizufügen. **Anfragen, die dieser Bedingung nicht genügen, können nicht bearbeitet, telefonische Auskünfte nicht erteilt werden.**

Anschrift für den Leserdienst: München 2, Karlstr. 35.

Meßschallplatten für den Privatmann

Frage: Wer liefert Meßschallplatten und was kann der Tonamateur damit anfangen?

Antwort: Meß- und Testschallplatten werden z. B. von der Deutschen Grammophon GmbH, Hannover, Podbielskistraße 76, und von der Carl Lindström GmbH, Köln-Braunsfeld, Maarweg 149, hergestellt. Es empfiehlt sich, beim nächsten Schallplatten-Händler die einschlägigen Listen anzufordern und an Hand derselben die gewünschten Platten auszusuchen und zu bestellen. Für den Tonamateur eignen sich ganz allgemein Meßplatten mit bestimmten Festfrequenzen als Ersatz für einen Schwebungssummer, denn man kann die abgetastete Rillenmodulation weiter verstärken, auf einen bestimmten Pegel bringen (um sie bequem zu messen) und dann mit Hilfe eines Spannungsteilers genau definierte Meßspannungen erzeugen (vgl. Radio-Praktiker-Bücherei 26, „Tonstudio-Praxis", Seite 28). Sehr wertvoll sind Meßplatten, bei denen die Aufzeichnung nach festgelegten Schneid-Kennlinien erfolgte. Hinter einem linearen Verstärker muß man für alle Frequenzen gleiche Tonspannungen erhalten, wenn der Tonabnehmer in Ordnung ist. Solche Platten eignen sich vorzüglich zum Festlegen der Normal-Einstellungen der Entzerrerregler in modernen magnetischen Plattenspielern mit Vorverstärker. Für den Werkstattechniker erweisen sich die Spezial-Testplatten zum Einjustieren von Plattenwechslern als nützliche Arbeitshilfe. Sie enthalten nur wenige Leerrillen großer Steigung, so daß eine Platte in wenigen Sekunden durchläuft und das Prüfen von Wechslern in kurzer Zeit ermöglicht.

Wer repariert ausländische Meßinstrumente?

Frage: Ich besitze einige schadhafte Meßinstrumente ausländischer Herkunft und konnte bisher keine Stelle finden, die die Reparatur übernehmen will. Gibt es Spezialfirmen, die solche Reparaturen ausführen?

Antwort: In München ist die Firma Karl Eckl, München 25, Daiserstr. 15, auf die Reparatur von Meßinstrumenten aller Art und jeden Fabrikates spezialisiert.

KW-Bandspreizung im AM-Superhet

Frage: Ich besitze einen sehr guten deutschen AM-Superhet mit je einem Kurz-, Mittel- und Langwellenbereich. Da mich hier in Kanada vorwiegend Kurzwellenempfang interessiert und der Langwellenbereich überhaupt nicht benötigt wird, habe ich folgenden Plan: An Stelle der Langwellenspulen sollen weitere KW-Spulen eingebaut werden, aber so, daß der 25-m-Bereich und vielleicht sogar zusätzlich der 19-m-Bereich über die ganze Skalenbreite auseinandergezogen erscheinen. Wie muß ich das anstellen?

H. B. in Hamilton

Antwort: Von umfangreichen Eingriffen in ein Industriegerät ist stets abzuraten, wenn man nicht gerade über umfassende Erfahrungen in der Empfänger-Schaltungstechnik verfügt und außerdem die für einen solchen Umbau erforderlichen Meßgeräte vorhanden sind. Dagegen bietet sich eine Änderung an, die ohne großes Risiko ausführbar ist, nämlich der nachträgliche Einbau einer Feinstelleinrichtung für den KW-Bereich, die den gleichen Zweck erfüllt. Man schaltet in den KW-Oszillatorkreis eine Luftspule mit Permeabilitätsabstimmung ein, wie sie von der Firma *Jul. Karl Görler*, Berlin-Reinickendorf-Ost, in den Handel gebracht wird. Beim Kurzwellenempfang wird die Hauptabstimmung grob auf das gewünschte Band eingestellt, während die Feinabstimmung mit der Zusatzspule (evtl. über einen Seilzug) erfolgt. Die am Zusatz angebrachte Feinstellskala ist mit einer Gradeinteilung versehen. Eine Skalenumdrehung erfaßt dann ungefähr gerade das mit der Hauptabstimmung grob eingestellte KW-Rundfunkband.

Gefahrlose Hochspannungsmessungen mit dem Röhrenvoltmeter

Frage: Wie läßt sich ein vorhandenes Röhrenvoltmeter für gefahrlose Hochspannungsmessungen in Fernsehempfängern herrichten?

W. L. in Dutenhofen

Antwort: Um Hochspannungen gefahrlos zu messen, schaltet man z. B. einen Tastkopf vor das vorhandene RV-Meter, in dem mehrere in Reihe geschaltete Hochohm-Vorwiderstände enthalten sind. Mehrere Widerstände sind erforderlich, um die notwendige Sprühfestigkeit zu erzielen. Die Widerstandswerte richten sich nach dem Innenwiderstand des Meßgerätes. Weist dieses z. B. im 100-V-Bereich 1 MΩ Innenwiderstand auf, so sind 9 MΩ vorzuschalten, um einen 1-kV-Bereich zu erhalten.

Die Rundfunk- und Fernsehwirtschaft des Monats

Der Monat November setzte die ausgezeichnete geschäftliche Entwicklung des Oktobers in vollem Umfange fort. Wir hörten von fast allen Fabriken, daß die Produktion von Fernsehempfängern dank der Disposition des Fachgroß- und Einzelhandels bzw. der Werksvertreter bis Jahresende ausverkauft ist. Bei Rundfunkgeräten hat sich die seit Jahren überfällige Verschiebung zum kleinen Gerät noch immer nicht durchgesetzt; im Gegenteil – in den letzten Wochen konzentrierte sich die Nachfrage des Publikums erneut auf die „gehobene Mittelpreisklasse" und auf Tonmöbel, obwohl – im Ganzen gesehen – das Rundfunkgerät z. Z. nicht so günstig liegt wie der Fernsehempfänger. Es darf nicht übersehen werden, daß die Grippewelle des Monats Oktober manche Produktionsplanung über den Haufen geworfen hat; Empfängerfirmen sowohl als auch Zulieferanten waren gleichermaßen davon betroffen.

Zur Zeit also läuft das Fernsehgerätegeschäft ausgezeichnet. Wenn es sich im Januar/Februar des nächsten Jahres abschwächt, und das wird erfahrungsgemäß der Fall sein, soll eine gezielte Gemeinschaftswerbung für kräftige Unterstützung sorgen. Mit dem Beginn dieser Werbung ist im Februar zu rechnen, nachdem die Aufbringung der Mittel gesichert zu sein scheint und auch die technischen Voraussetzungen (Werbeplan, Beauftragung einer leistungsfähigen Werbeagentur) gegeben sind.

*

Den Worten von Direktor Siewek bei der Feier der Herstellung des 5millionsten Grundig-Gerätes (vgl. FUNKSCHAU 1957, Heft 21, Nachrichtenteil) war ebenfalls zu entnehmen, daß die Situation der Rundfunk-, Fernseh- und Phonowirtschaft ausgezeichnet ist. Grundig baute sich durch die wohl allen unseren Lesern bekannte Entwicklung in den Jahren seit 1948 eine starke Inlandsposition auf; von dieser Basis aus gelang es, auf vielen ausländischen Märkten eine Rolle zu spielen. Die Produktionskapazität der nunmehr sieben Werke im süddeutschen Raum ist mit 15 000 Belegschaftsmitgliedern und auch durch die zielbewußt vorangetriebene Automatisierung – auf diesem Gebiet werden bei Grundig allein 250 qualifizierte Ingenieure und Techniker mit Entwicklungsarbeiten beschäftigt – so stark gewachsen, daß schon im Vorjahr 44 % des Gesamtumsatzes auf den Export entfielen. Die gesamte deutsche einschlägige Industrie erzielte einen Auslandsabsatz von rund 30 % der Produktion.

Stückzahlmäßig gerechnet lag der Anteil von Grundig an der bundesdeutschen Gesamtfertigung des Jahres 1956 (3,47 Millionen Rundfunk-, 0,59 Millionen Fernseh- und 0,25 Millionen Tonbandgeräte) bei 21,5 % = 908 000 Geräten aller Typen.

Bei Musikmöbeln und Tonbandgeräten ist die Stellung des Hauses Grundig besonders stark. So gelang es, den Anteil an der deutschen Musikschrankproduktion (400 000 Stück im Jahre 1956) von 20 % auf 30 % im Jahre 1957 zu erhöhen. Die Gesamtfertigung wird in diesem Jahre die Grenze von 0,5 Millionen Stück übersteigen; also liefern die Grundig-Werke annähernd 150 000 Musikmöbel aller Typen.

Das Jahr 1957 wird mit einer Tonbandgeräteproduktion von 370 000 Stück abschließen, soweit es die bisherigen Fertigungszahlen und die Produktionsplanungen erkennen lassen. Grundig wird davon 260 000 Stück liefern. An diesem Erfolg ist das Modell TK 5 hervorragend beteiligt, denn seit der Einführung dieser Type im Jahre 1955 konnten 200 000 Geräte gefertigt werden – wie ja auch das neue Tonbandgerätewerk in Bayreuth ausschließlich für diese eine Type beschäftigt ist. Die Produktion kann deshalb so rationalisiert werden, daß der Lohnanteil pro Gerät im Vergleich zu den anderen Fertigungsstätten scharf absinkt. Überhaupt ist die Fabrik in Bayreuth in vieler Hinsicht für Deutschland revolutionierend. Mit 1250 Beschäftigten ist eine Werksgröße erreicht, die noch genau „im Griff" der Betriebsleitung liegt, und die Konzentration auf eine einzige Gerätetype erlaubt, wie erwähnt, das Maximum an Automatisierung. Natürlich ist eine derartige Produktionsweise überhaupt nur möglich, wenn der Markt für das betreffende Produkt vorhanden ist – oder, wie im Falle des Tonbandgerätes TK 5, dank überragender Eigenschaften und Preiswürdigkeit geschaffen werden kann. Entfällt diese Voraussetzung, so kann dieses System nicht funktionieren. Das Risiko ist also nicht klein, denn immerhin kostet eine Fabrik des in Bayreuth vorgeführten Typs annähernd 10 Millionen DM.

Noch einige weitere Zahlen aus dieser bedeutendsten europäischen und in einigen Gebieten – wie Tonbandgeräten und Musikmöbeln – der Welt größten Spezialfabrik werden interessieren: in der letzten Saison lag der Anteil von Grundig an der Fertigung von Reiseempfängern bei 40 %; 1957 wird im Vergleich zu 1956 eine Produktionserhöhung um 47 % erwartet.

500 Ingenieure und sonstige Fachkräfte sind in den acht Entwicklungslaboratorien beschäftigt; in zwei Holzgehäusefabriken arbeiten heute 2000 Personen. 12 000 Lautsprecher verlassen *täglich* die Spezialwerkstätten; sie sind ausschließlich für den eigenen Bedarf bestimmt. Im Jahr 1956 erwarb Grundig die Fertigungsstätten des ehemaligen Apparatewerks Bayern in Dachau; dieser Komplex heißt heute Werk VI und fabrizierte inzwischen über 150 000 Rundfunkempfänger, vornehmlich Exporttypen. K. T.

Wenn Ela: dann PHILIPS ELA

PHILIPS

Erfahrene Ingenieure stehen Ihnen in unseren Niederlassungen unverbindlich zur Verfügung

Persönliches

Prof. **Meißner,** langjähriger Mitarbeiter der Firma Telefunken, wurde in der Hauptversammlung der Deutsch-Physikalischen Gesellschaft zum Ehrenmitglied ernannt.

Während die Wiederwahl von **Rudolf Rapcke** (DL 1 WA), Hamburg, zum Präsidenten des Deutschen Amateur Radio-Clubs (DARC) mangels Gegenkandidaten einstimmig erfolgte, mußten die DARC-Mitglieder den Vizepräsidenten mittels Briefwahl bestimmen. **Werner Feilhauer** (DL 3 JE), München, wurde mit 50,4 % aller abgegebenen Stimmen gewählt. Er ist als Dipl.-Ing. und Reg.-Baurat Leiter der Flugsicherungsschule in München-Riem, einer von vier Schulen dieser Art in Europa. Ebenfalls wiedergewählt wurden **G. Paffrath** (DL 1 EG) als Technischer Referent, **Dr. K. G. Lickfeld** (DL 3 FM) als UKW-Referent, **Gerh. Merz** (DL 1 BB) als Pressereferent und **J. Oswald** (DL 1 TQ) als Leiter der EMC (Eighty Meter Community = Vereinigung zur Verteidigung des 80-Meter-Bandes).

Aus der Industrie

Telefunken beging in Hannover am 11. November die Schlüsselübergabe des neuen Bürohauses und des Zentrallagers und zugleich die Feier des zehnjährigen Bestehens des Werkes Hannover. Fünf Tage vorher fanden sich in einer Betriebsfeier alle Angehörigen des Hauses zusammen, die seit Gründung des Werkes dabei gewesen sind.

Das Zweigwerk Hannover der Telefunken GmbH, in dem nach Verlegung der Phonogeräteproduktion nach Berlin vorzugsweise Rundfunk- und Fernsehempfänger sowie Ela-Erzeugnisse hergestellt werden, begann 1946 in dem erhalten gebliebenen großen Fabrikbau der Patentgesellschaft Erich F. Huth GmbH, die zu gleichen Teilen der C. Lorenz AG und Telefunken gehörte. Bis zum Ende des Jahres 1946 hatte in diesem Gebäude auch die Technische Kommission der Rundfunkindustrie in der Britischen Zone ihren Sitz. Die Rundfunkgerätefertigung begann 1947, 1949 die von Ela-Geräten. 1952 wurden die ersten Fernsehempfänger hergestellt. 1953 übernahm Telefunken auch die übrigen Räume, die die C. Lorenz AG bis dahin noch benutzte, und baute weitere Hallen an. Im Oktober 1957 erreichte die Nutzfläche 40 000 qm (1946: 9950 qm). Die Belegschaft erhöhte sich von 313 am 22. Juli 1946 auf über 4000 in dieser Saison, darunter sind 62 % Frauen. In der Hauptsaison verläßt alle 20 Sekunden ein Gerät die Bänder; die jährliche Gehalts- und Lohnsumme für alle Betriebsangehörige übersteigt 15 Mill. DM.

Die **Elac** in Kiel konnte am 29. Oktober 1957 das Jubiläum der Herstellung des dreimillionsten Kristallsystems feiern. Vor etwa 10 Jahren begann die Firma mit den Entwicklungsarbeiten für die Herstellung von Phono-Bauteilen. Sie stützte sich dabei auf ihre Erfahrungen im Züchten von Seignettesalz-Kristallen, die bis in die Zeit vor dem Kriege zurückreichen. Aus kleinen Anfängen hat sich dieser Fertigungszweig zu beachtlicher Höhe entwickelt. Heute besitzt die Elac in einem besonderen Zweigwerk eine große Produktionsstätte für Kristall-Tonabnehmer mit einem Stab erfahrener Ingenieure und modernen Fertigungsverfahren.

Mit dem Erscheinen der Langspielplatte im Jahre 1951 brachte die Elac ihr Duplo-Kristall-System auf den Markt, das für die Erfordernisse der neuen Abspieltechnik entwickelt worden war. Inzwischen ist die Firma zum Lieferanten zahlreicher bedeutender Hersteller von Phonogeräten in Europa und Übersee geworden.

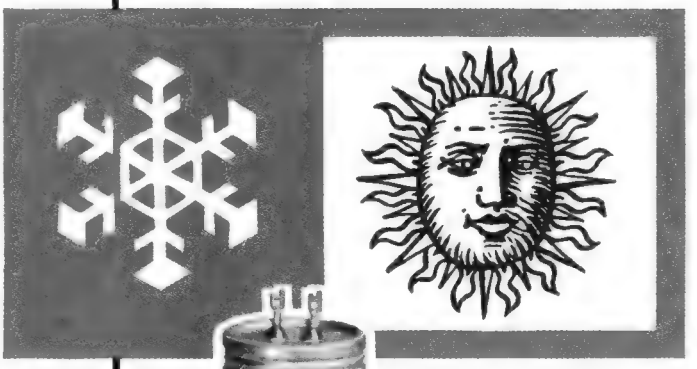
Loewe-Opta erinnert anläßlich der Anmeldung des millionsten Fernsehteilnehmers in Deutschland an die ersten Geräte, die den Rundfunk und das Fernsehen in das Heim brachten. So erschien bereits 1933 von dieser Firma ein Fernsehempfänger mit Braunscher Röhre auf dem Markt, ein entscheidender Fortschritt gegenüber den bis dahin gebräuchlichen mechanischen Abtast- und Wiedergabe-Einrichtungen. Noch mehr im Gedächtnis damaliger Rundfunkteilnehmer wird jedoch Ortsempfänger mit der Loewe-Dreifachröhre *(Bild)* haften. Er kam 1926 heraus und wurde der „erste Millionär" in der Geschichte des deutschen Rundfunks. Diese Konstruktion erwies sich mit als Schrittmacher für das Ansteigen der Hörerzahl und für Empfänger mit Lautsprecherbetrieb, denn vordem saß oft die ganze Familie, mit Kopfhörern ausgerüstet, um einen Kristalldetektor-Empfänger herum.

Veranstaltungen und Termine

Vorschau auf 1958

2. bis 11. März:	**Leipzig — Frühjahrsmesse mit Technischer Messe**
24. bis 28. März:	*London* — Internationale Meßgeräteausstellung
14. bis 17. April:	*London* — Bauelemente-Ausstellung (Grosvenor - House und Park Lane House)
16. bis 24. April:	*London* — Elektronik- und Automationsausstellung (Olympia)
17. April bis 19. Oktober:	**Brüssel — Weltausstellung 1958 unter Beteiligung von 50 Ländern**
27. April b. 6. Mai:	**Hannover — Deutsche Industrie-Messe (Rundfunk-, Fernseh- und Phonowirtschaft in neuer Halle; Neuheitentermin für Fernsehempfänger)**
19. bis 24. Mai:	*Berlin* — Jahrestagung des Ausschusses für Funkortung „Flugnavigation und Flugsicherung"

BOSCH
MP-Einheits-Kondensatoren Klasse 1



KO 357

BOSCH MP-Einheits-Kondensatoren Klasse 1 für besonders hohe klimatische Anforderungen.
Diese Kondensatoren werden verwendet in feuchten Räumen aller Zonen, im Freiluftklima der gemäßigten Zone, der trockenen und feuchten Tropen und im arktischen Freiluftklima.

Ausführung: MP-Wickel in rundem Aluminiumgehäuse mit eingelötetem Stahlblechdeckel, durch allseitige Lackierung korrosionsfest. Glasdurchführungen mit Lötösen zum Anschließen der Leitungen. Gewindebolzen am Gehäuseboden zum Befestigen des Kondensators und gleichzeitig als Erdanschluß.

Lieferbar in folgenden Größen:

Nennspannung (Spitzenspannung) Gleichstrom V	Zul. Wechselspannung 50 Hz V	Kapazitäten µF
160 (240)	75 DB 115 AB	1 — 32
250 (375)	125 DB 190 AB	0,5 — 40
350 (525)	150 DB 225 AB	0,5 — 32
500 (750)	220 DB 330 AB	0,1 — 20
750 (1125)	250 DB 375 AB	0,5 — 8

DB = Dauerbetrieb
AB = Aussetzender Betrieb

BOSCH MP-Kondensatoren heilen Durchschläge selbsttätig ohne Betriebsunterbrechung. BOSCH MP-Kondensatoren sind kurzschlußsicher, unempfindlich gegen kurzzeitige Überspannungen und praktisch induktionsfrei. Abmessungen und Gewicht sind besonders gering.

ROBERT BOSCH GMBH STUTTGART
Postfach 50

Franzis-Fachbücher

Telefunken-Laborbuch

für Entwicklung, Werkstatt und Service

Verlagsausgabe des Telefunken-Laborbuches für Röhren und Halbleiter
400 Seiten im Taschenformat 11 x 15,5 cm mit 525 Bildern und zahlreichen Tabellen.
In flexiblem Plastik-Einband **8.90 DM**

Das Telefunken-Laborbuch ist der Schlager unter unseren diesjährigen Neuerscheinungen. Es ist eine Zusammenfassung der in den Röhrentaschenbüchern der letzten drei Jahre enthaltenen Anhänge, die zu diesem Zweck gründlich überarbeitet wurden, um letzte Ergebnisse der sich ständig entwickelnden Technik berücksichtigen zu können.

Das Laborbuch entstand aus der Zusammenarbeit vieler Labor-Ingenieure. Sie steuerten die Resultate eigener theoretischer Überlegungen und experimenteller Arbeiten bei. Sie bemühten sich, Bekanntes, aber nicht immer Gegenwärtiges in eine zwar gedrängte, trotzdem übersichtliche und leicht verständliche Form zu bringen. Kurz, sie wollten die trockenen Datentabellen der aktiven Bauelemente, also der Röhren und Halbleiter, durch Hinweise auf ihre Anwendung und die dazu notwendigen Grundlagen lebendig machen.

Das Telefunken-Laborbuch will ein Hilfsmittel für Labor, Werkstatt und Unterricht sein. Es enthält eine große Fülle von Tabellen, Zusammenstellungen, Daten, Kennlinien, Schaltungen, Berechnungs-Beispielen und dgl. mehr, um für jeden Techniker und Praktiker in Labor und Werkstatt, in Entwicklung und Service, aber auch für jeden Lernenden ein unentbehrlicher Helfer zu sein. Das praktische Taschenformat und die Ausführung in biegsamem Taschen-Einband ermöglichen es, dieses inhaltsreiche und im Verhältnis zu dem Gebotenen ungewöhnlich preiswerte Buch stets mit sich zu führen.

Hilfsbuch für Katodenstrahl-Oszillografie

Von Ingenieur HEINZ RICHTER. **3. erweiterte und verbesserte Auflage.**
256 Seiten mit 297 Bildern, darunter 111 Oszillogramm-Aufnahmen, und 19 Tabellen.
In Ganzleinen mit Schutzumschlag **16.80 DM**

Ein Vorzug dieses von der Praxis her geschriebenen Buches, dessen jetzt vorliegende 3. Auflage von 220 auf 254 Seiten erweitert wurde und dessen Bildteil sich auf 297 Bilder ausdehnte, ist eine breit angelegte Einführung in den Aufbau von Oszillografen und in die Wirkungsweise ihrer Einzelbauteile. Von solcher Grundlage ausgehend, werden die im dritten Kapitel gezeigten Anwendungsgebiete erst richtig verstanden. Sie sind so zahlreich, von den allgemeinen elektrotechnischen Anwendungen bis zu jenen in der Hoch- und Niederfrequenztechnik, in der Elektroakustik oder in den Grenzgebieten der Impuls-, Tonfilm- oder Navigationstechnik, daß sie in ihrer ausführlichen Darstellung den Hauptteil des Buches füllen.

Die Behandlung der industriellen Schaltungstechnik für Oszillografen und eine Übersicht über industriell gefertigte Geräte, der sich eine Datenaufstellung von Oszillografenröhren und Kippröhren anschließt, leitet über zur Beschreibung einiger Selbstbaugeräte, die auch für jenen, der nicht baut, eine weitere Bereicherung seines Verständnisses bringt.

Auch für alte Praktiker bedeutet manches Oszillogramm eine Rätselschrift, deren Lesen Anstrengung verlangt. Wie viel mehr muß sich der Anfänger bemühen, den Ablauf elektrischer Vorgänge aus dem Oszillogramm heraus verstehen zu lernen. Beiden wird der „Atlas der Oszillogramme" im Anhang des Buches sehr willkommen sein, da er mit recht ausführlichen Beschreibungen die oft verwirrenden Kurvenzüge, die der Elektronenstrahl auf den Bildschirm schreibt, deutet.

Mathematik für Radiotechniker und Elektroniker

Von Dr.-Ing. FRITZ BERGTOLD.
340 Seiten mit 266 Bildern, zahlreichen Tabellen und einer Logarithmentafel.
In Ganzleinen mit Schutzumschlag **19.80 DM**

Mathematik ist für eine eingehende Beschäftigung mit der Rundfunk- und Fernsehtechnik und mit der Elektronik unentbehrlich geworden. Leider stellt sich aber bei vielen Menschen das Bedürfnis nach der Aneignung eines soliden mathematischen Grundwissens erst dann ein, wenn dies der Beruf dringend verlangt.

Auch jenen, die nur wenig Vorkenntnisse mitbringen, bietet das Buch die Möglichkeit, einen weiten Bereich dieser Wissenschaft kennenzulernen. Wenn allerdings das Verständnis der ersten Lektionen noch wenig Mühe beansprucht, so setzen die weiteren auch bei dieser einprägsamen und leicht faßlichen Darstellungsmethode doch ernsthafte Mitarbeit voraus. Das gehört eben zum Wesen der Mathematik. Diese selbstverständliche Anstrengung wird dann auch mit dem Begreifen selbst schwierigerer Zusammenhänge belohnt. So wandert der Leser mit durch alle Stationen der Rechenkunst vom einfachen Addieren bis zum Verständnis der Potenzen, Gleichungen und Funktionen, bis zum Differenzieren und Integrieren, zu Koordinaten und Vektoren.

Werden alle Lektionen mit ihren Anwendungsbeispielen und Aufgaben schon auf die Bedürfnisse der Radiotechnik und Elektronik hin orientiert und damit auch das schon bestehende Fachinteresse des Lesers immer wieder ermunternd und bereichernd herangezogen, so geben allgemeine Überblicke zwischen den Lektionen manchen Hinweis auf den Wert des jeweils Erworbenen. Grafische Lösungs- und Darstellungsmethoden, die in der Funktechnik ja eine besondere Rolle spielen, bilden einen wesentlichen Bestandteil des Buches.

Vademekum für den Kurzwellenamateur

Wichtige Hilfstabellen mit Abkürzungen, Codebezeichnungen, internationalen Diplomen, Standdardschaltungen und Formeln sowie Anleitung für den Amateurfunkverkehr in Telegrafie und Telefonie mit Fremdsprachentafeln von WERNER W. DIEFENBACH.
64 Seiten mit 22 Bildern und zahlreichen Tabellen. In hochglanzlackiertem Umschlag **3.20 DM**

Dieses Buch will dem Amateur all die Zusammenstellungen und Tabellen möglichst bequem in die Hand geben, die er während der Betriebsabwicklung ständig benötigt. Deshalb sind die wichtigsten Tafeln einseitig gedruckt und zum Heraustrennen aus dem Buch eingerichtet, damit man sie unter Glas oder transparenter Folie auf dem Stationstisch ausbreiten kann, um sie während der drahtlosen Verbindungen ständig vor Augen zu haben. Die Broschüre enthält in fünf Abteilungen die internationalen Landeskenner und ihre Abkürzungen, eine Anleitung für den Amateurfunkverkehr in Telegrafie und Telefonie mit Fremdsprachentafeln (englisch / französisch / spanisch / italienisch), Tabellen der wichtigsten internationalen Diplome und solche der deutschen Distrikte und Ortsverbände. Genau wie Mikrofon und Taste gehört das Vademekum zur unerläßlichen Ausstattung einer jeden Amateur-Sendestation und zum Bestandteil eines jeden Amateur-Empfängers.

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN 2 · KARLSTRASSE 35

Neuerscheinungen und Neuauflagen Weihnachten 1957

****

Die Standardwerke unter den FRANZIS-FACHBÜCHERN liegen fast sämtlich in neuen Auflagen bzw. neuesten Ausgaben vor. Sie eignen sich hervorragend als fachliche Weihnachtsgaben für bewährte Mitarbeiter, für den jugendlichen Nachwuchs und nicht zuletzt für sich selbst.

Ausgaben für Fachliteratur sind steuerlich absetzbar!

Funktechnik ohne Ballast

Einführung in die Schaltungstechnik der Rundfunk- und UKW-Empfänger. **4. Auflage**
Von Ingenieur OTTO LIMANN
208 Seiten mit 393 Bildern und vielen Tabellen
Preis in Ganzleinen **14.80 DM**

Fernsehtechnik ohne Ballast

Einführung in die Schaltungstechnik der Fernsehempfänger
Von Ingenieur OTTO LIMANN
220 Seiten mit 252 Bildern
Preis in Ganzleinen **14.80 DM**

Der Fernseh-Empfänger

Schaltungstechnik, Funktion und Service
2. Auflage
Von Dr. RUDOLF GOLDAMMER
184 Seiten mit 275 Bildern und 5 Tabellen
Preis in Ganzleinen **14 DM**

Röhrenmeßtechnik

Brauchbarkeits- u. Fehlerbestimmung von Radioröhren
Von HELMUT SCHWEITZER
192 Seiten mit 118 Bildern und vielen Tabellen
Preis kart. **12 DM**, Halbleinen **13.80 DM**

Leitfaden der Radio-Reparatur

Von Dr. ADOLF RENARDY
Rundfunkmechanikermeister
288 Seiten mit 147 Bildern und 14 Tabellen
Preis in Ganzleinen **17 DM**

Röhren-Handbuch

2. Auflage
Von Ingenieur LUDWIG RATHEISER
320 Seiten Großformat mit rund 2600 Bildern, davon 820 Textbildern, 1500 Sockelschaltungen und 360 Röhrentafeln sowie 21 Tabellen
Preis in Lumbeck-Bindung **26.80 DM**

Elektronische Speisegeräte

Von Dr. KARL STEIMEL
246 Seiten mit 116 Bildern
Preis in Ganzleinen **16.80 DM**

Der Tonband-Amateur

Ratgeber für die Praxis mit dem Heimtongerät
Von Dr.-Ing. HANS KNOBLOCH
3. und 4. Auflage
112 Seiten mit 43 Bildern, Preis **4.90 DM**

Die funktechnischen Berufe

Ausbildungsgänge und Arbeitsmöglichkeiten in Hochfrequenztechnik und Elektronik
Von HERBERT G. MENDE
88 Seiten mit 10 Bildern und 8 Tabellen, Preis **4.20 DM**

Franzis-Fachbücher sind durch alle guten Buchhandlungen und zahlreiche Fachhandlungen zu beziehen. Bestellungen auch unmittelbar an den Verlag.

BEYER

Mikrofone

Übertragungsanlage mit
16 Richtmikrofonen Typ M 60
anläßlich der
La Plata-Konferenz
in Hamburg

Dank der ausgeprägten Nierencharakteristik der Mikrofone ist die Anordnung einer Lautsprechergruppe im Zentrum des Raumes möglich.

Übertragungsanlage Tondienst Hamburg

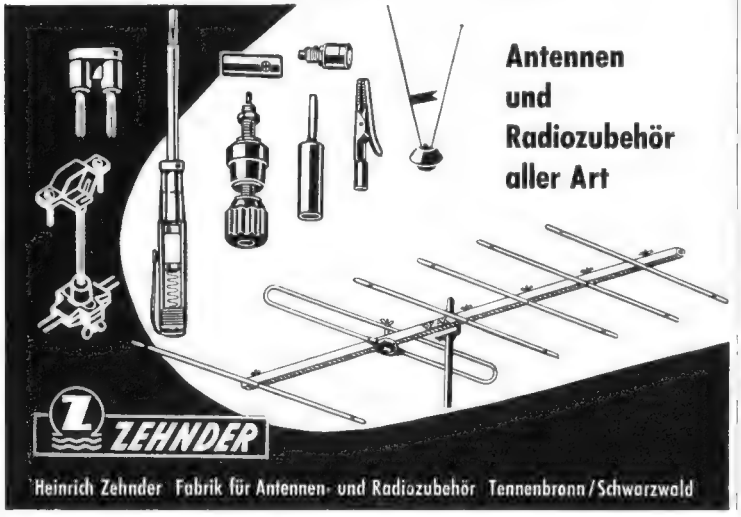
RAYTHEON

Raytheon stellt ein vollständiges Programm von Elektronenröhren her und zählt zu Amerikas bedeutendsten Fabrikanten von Transistoren u. Halbleiter-Dioden

Aus dem Fabrikationsprogramm:

- ***Subminiatur-Elektrometer-Röhren,*** Gitterstrom 3×10^{-15} A. Ideal für Ionisationskammern geeignet
- ***Spannungs-Regelröhren,*** Bereich bis 1200 V oder als Sondertypen für noch höhere Spannungen lieferbar
- ***Kaltkatoden-Gleichrichterröhren*** kleinster Ausmaße, Spitzenspannung bis zu 12,5 kV. Hoher Wirkungsgrad in batteriebetriebenen Strahlungsmeßgeräten
- ***Strahlungs-Zählrohre*** in Allglastechnik, für tragbare Geräte zum Nachweis von Beta- und Gammastrahlen geeignet
- ***Transistoren*** für alle Anwendungszwecke, z. B. Hf-Transistoren mit einigen MHz Grenzfrequenz, Schalttransistoren, Silizium-Transistoren für 150 °C Umgebungstemperatur z. B. in Atom-Reaktoren

Raytheon-Vertrieb: INTRACO GmbH
München, Dachauer Str. 112, Tel. 631 41/42, Fernschreiber 052-3310



Antennen und Radiozubehör aller Art

ZEHNDER

Heinrich Zehnder Fabrik für Antennen- und Radiozubehör Tennenbronn / Schwarzwald

---

UND MACHE FIX AUS DER NOT EINE TUGEND UND AUS DER GROSSEN SCHALLPLATTENBOHRUNG EINE KLEINE. IN EINER SEKUNDE - MIT EINEM GRIFF - KLEIN UND WIEDER GROSS. VERLANGEN SIE ANGEBOT MIT MUSTER VON

WUMO

WUMO-APPARATEBAU GMBH., STUTTGART-ZUFFENHAUSEN

Störschutz-Kondensatoren
Elektrolyt-Kondensatoren

VOLLMER

MAGNETTONGERÄTE

für berufliche Zwecke und gehobenen Amateurbedarf!

VOLLMER - Magnettonlaufwerk-Chassis MTG 9 CH, für 19 - 38 - 76 cm/sec. Bandgeschwindigkeit. 1000 m Bandteller, Synchronmotor, schneller Vorlauf. Mit und ohne Köpfe kurzfristig lieferbar.
MTG 9 - 54 wie bisher, mechanische Kupplung und Bremsen
neu: MTG 9 - 57 3motorig mit elektr. Bremsen!

EBERHARD VOLLMER · PLOCHINGEN AM NECKAR

Fernsehen noch besser
mit dem bewährten
ASA-Fernseh-Regeltrafo
Lieferung durch d. Fachgroßhandel. Wo nicht erhältlich direkt ab Werk.
ASA-Trafobau, Arolsen/W

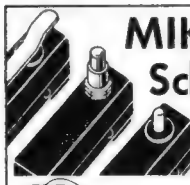
Philips-Plattenspieler
Einbauchassis, Modell 1956/57, umschaltbar für 33—45—78 Umdr., abnehmbarer Tonkopf mit 2 Saphiren. Originalverpackt mit Garantie
Ab 5 Stück 39.50 nur 45.- DM
Nachnahme zuzügl. Porto. Rückgaberecht bei Nichtgefallen Neue Liste in Kürze
RADIO SUHR Hameln, Osterstr. 36

FREQUENTOL
Neuer Universal-Kleber für die gesamte HF-Technik
verlustarm - schnelltrocknend - tropenfest
100 ccm DM 3.20, 50 ccm DM 1.80
branchenübliche Rabatte
Großabnehmer Sonderpreise
Heinz Schütze GRÄFELFING bei München
Postfach 8 - Telefon München 89095

Radio-Reparatur-Techniker
mit soliden Fachkenntnissen und langjähriger Reparatur-Erfahrung gesucht. Gelegenheit zum Einarbeiten in die FS-Technik ist gegeben. Persönliche oder schriftliche Bewerbung mit Unterlagen.
MÜNCHEN 15
Bayerstraße 25
RADIO-RIM

60 Stück UKW-Funksprechgeräte, portabel, modernste Ausführung, 6 Kanäle, quarzgesteuert, Frequenzbereich 156 - 174 MHz, als Sonderpartie sehr preisgünstig abzugeben. Nur Exportverkauf.
H. Mittermayer
Fernmeldetechnik
München 13, Habsburgerpl. 3

Gleichrichter-Elemente
und komplette Geräte liefert
H. Kunz K. G.
Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4
Giesebrechtstraße 10



MIKRO-Schalter
verlangen Sie bitte Prospekte
Kissling Böblingen (Württ.)

LICHT-ELEMENTE
MESSEN
PRÜFEN
STEUERN
REGELN
UND LADEN
AKKU-
MULATOREN
ELECTROCELL
ELECTROCELL
GESELLSCHAFT
BERLIN-DAHLEM

Meßdrehkos, Ducati a. **einem** Stück gefräst
250 pF/1500 V **DM 9.50**
650 pF/1500 V **DM 11.50**
Sender-Drehkos 2000 V
m. gr. Plattenabstand bis 440 pF **DM 11.50**
Hochspannungs- u. MP-Kondensatoren, günstig
Radio-Conrad, Berlin-**Neukölln,** Hermannstr. 19

Teilzahlungs-Verträge und Karteien
Muster gratis
RADIO-VERLAG EGON FRENZEL KG
Postfach 354
Gelsenkirchen

Eilversand
Röhren u. Material liefert preiswert
Franz Krüger KG.
Großvertrieb
Neustadt/Weinstraße
Lochackerweg 1

Radio-Ersatzteile sowie Zubehör aller Art
liefert Ihnen zu besonders günstigen Preisen
MERKUR-RADIO-VERSAND
Berlin-Dahlem, Amselstraße 11/13
● Fordern Sie kostenlos unsere neueste Liste an ●

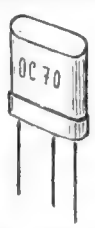
Röhrensortiment
100 Röhren verschiedene Typen (Verstärker-, Gleichrichter-, Endröhren, Stabis, Urdox, Tyratron, Eisenwasserstoffwiderstand) nur DM 45.—
PRÜFHOF, Unterneukirchen

Fernsprechanlagen
2-7 Sprechstellen für internen Betrieb. 2 Sprechstellen **50.-** Jede weitere Sprechstelle **25.-** Erweiterungsmöglichkeit bis 7 Sprechstellen. Stromquelle normale Taschenbatterie
Fordern Sie Listen an!
WERCO, Hirschau/Opf., F11

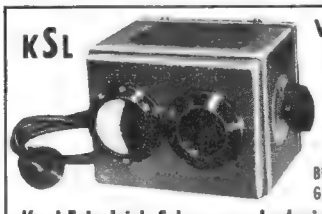
Markenheizlüfter
2000 Watt 3stufig
1 Jahr Garantie
brutto **69.50**
netto **46.35**
./. 3% + Versandspesen
per Nachnahme von
Otto Vogel
Eberau über Bamberg

Händler-Preisliste HL 8'57 Röhren und Material!
Röhren Hacker
GROSSVERTRIEB
Alle Röhren u. Material im Post-Eilversand lieferbar
BERLIN-NEUKÖLLN, SILBERSTEINSTR. 5/7

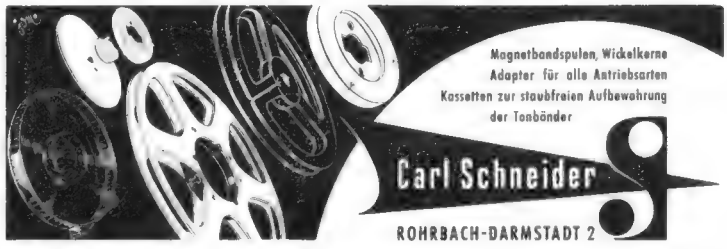
Rationalisierung durch
MENTOR
Abisolierzange „ISOLEX"
(Deutsches Patent)
„ISOLEX" ermögl. eine 500%ige Produktionssteigerung
ING. DR. PAUL MOZAR
Fabrik für Elektrotechnik u. Feinmechanik
DÜSSELDORF, Postfach 6085



2 Transistoren-Erfolge
2-Kr.-Reflex-Trans. Bausatz (12 V/3mA) o. Tr. DM 33.60
5-Kr.-Super/5 Trans.-Bausatz m. L. (9 V/8mA) o. Tr. DM 58.25
auch als kpl. Chassis lieferb. 19 x 8 x 3 cm o. Tr. DM 68.—
UKW-Einbausuper R 13: EC 92/2 x EF 93/2 Germ.-Diod. DM 49.50
UKW-Vorst.-Super R 17: ECC 85/2 x EF 80/Ratiodet. DM 59.50
Oval-Perm.-Chassis 18 x 26 cm DM 14.50 15 x 21 cm DM 13.50
Kofferradio »PHÖNIX« Kurz/Mittel/Batt./Netz m. Rö. kpl. DM 89.50
Tast-Aggregat 7fach kpl. geschalt. K/M/L/U/P/FA DM 13.—
Verlangen sie Liste durch
Radio-Versand
Nürnberg
Postfach 7



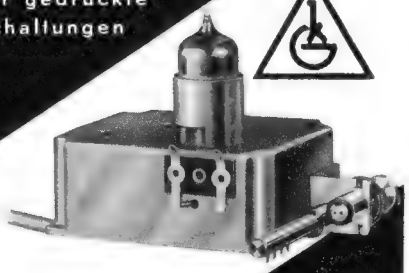
KSL
VORSCHALT-REGELTRANSFORMATOREN
für Fernsehzwecke
Leistung 250 VA Type RS 2 a Regelbereich Prim. 75 - 140 V, umklemmbar auf Prim. 175 - 240 V, Sec. 220 V DM 78.75
Type RS 2 Regelbereich Prim. 175-240 V, Sec. 220 V DM 75.60
Diese Transformatoren **schalten** beim Regelvorgang **nicht** ab, daher keine Beschädigung des Fernsehgerätes.
Bitte Prospekte anfordern über weiteres Lieferprogramm.
Groß- und Einzelhandel erhalten die üblichen Rabatte.
Karl Friedrich Schwarz · Ludwigshafen/Rh. Bruchwiesenstraße 25 · Telefon 67446



Magnetbandspulen, Wickelkerne
Adapter für alle Antriebsarten
Kassetten zur staubfreien Aufbewahrung der Tonbänder
Carl Schneider
ROHRBACH-DARMSTADT 2

GÖRLER

TRANSISTOREN-FILTER
für gedruckte Schaltungen



UKW-TUNER 87-101 oder 88-108 MHz

NEU
AM/FM-KOMBI-FILTER
für gedruckte Schaltungen

G 36

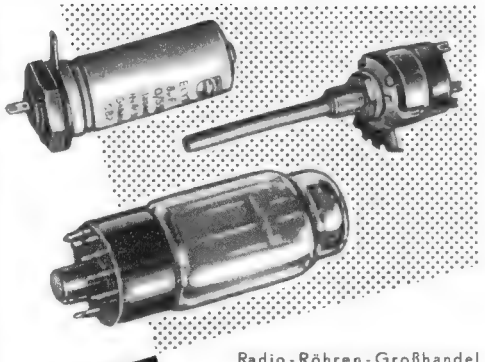
JULIUS KARL GÖRLER
TRANSFORMATORENFABRIK
WERK MANNHEIM
MANNHEIM-RHEINAU · BRUCHSALER STR. 125
FERNRUF 88119 · FERNSCHREIBER 04/622 74

SPEZIALTRANSFORMATOREN

für Netzwandler
Elektronik
Hochspannung
Modulation
NF- u. Hi-Fi-Technik
Fernsehregelung
Amateure
Neuwicklungen
sämtlicher Typen

Qualitäts-Ausführung. Bis 1500 Watt.

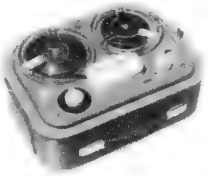
INGENIEUR HANS KÖNEMANN
RUNDFUNKMECHANIKERMEISTER · HANNOVER · UBBENSTR. 2



MIT KAETS BESSER GEHT'S

Radio-Röhren-Großhandel
H · KAETS
Berlin-Friedenau
Niedstraße 17
Tel. 83 22 20 · 83 30 42

SEIT 30 JAHREN
Klein-Transformatoren
FÜR ALLE ZWECKE
FORDERN SIE PROSPEKTE
WIESBADEN 95
ING. ERICH + FRED ENGEL



TONBAND-GERÄTE

»SAJA« mit 1 und 2 Bandgeschwindigkeiten
in Koffer-, Einbau- und Tischausführung
von brutto 318.— bis 587.–
AEG/Telefunken »Magnetophon« KL 65 TS brutto
Tischausführung brutto 469.— Kofferausführung 598.–
Kofferausführung KL 35 998.–
»Philips« Koffer 3520 438.–
do. 3516 mit 3 Bandgeschwindigkeiten 688.–
plus Zubehör
BASF-Tonbänder und Zubehör
Alles zu günstigen Rabatten! Prospekte und Preislisten sofort!
RADIO-CONRAD Radio-Fernseh-Elektro-Großhandlung
Berlin-Neukölln, Hermannstr. 19, Ruf 622242
Auch *Elektrogeräte* aller Art zu *günstigsten* Preisen!
Meßinstrumente! Sonderangebote!

Die guten Eigenschaften von **Rali-UKW-** u. **Fernsehantennen** kommen erst **recht zur Geltung,** wenn man sie montiert mit **Rali-UKW-** und **Fernsehkabel**

Rali

Verkaufsbüro für RALI-Antennen, WALLAU-LAHN
Schließfach 33, Fernsprecher Biedenkopf 8275

Sonderposten zu günstigen Preisen:
PRÜF- UND MESSGERÄTE:
Frequenzmesser BC 221 komplett, BC 175 komplett, BC 906 Bereich 150–225 MHz komplett. Röhrenprüfgerät J 177, Spiegelgalvanometer Empfindlichkeit 4.2 x 10^{-9} A./Sek., diverse Einbauinstrumente und Universalinstrumente.
Umformer und Notstromaggregate.
ZUBEHÖR: Kopfhörer HS 23 Mikrophon T 17, Antennentastrelais neuwertig Stecker PL 54, PL 55, PL 68, Buchsen IK 26, IK 34, IK 36, IK 48. Koaxialstecker und Buchsen PL 259 und ähnlich.
QUARZE: Leuchtresonanzquarze verschied. Frequ. Schwingquarze DC 9 für BC 221, 1000 KHz, 776 KHz (Fabrikat Zeiss), 1000 KHz 2 x 10^{-5} Genauigkeit für Meßgeräte und Steuerwecke. Normal- und Spezial-Röhren
TEVEG München 2, Karlsplatz 11, Telefon 557205

WERCO ORDNUNGSSCHRANK

U 41 DIN sauber u. dauerhaft aus Hartholz gearbeitet. Maße: 36,5 × 44 × 25 cm, enthaltend: 500 Widerstände sort. ¼–4 W, 250 Kondensatoren, 15 Elkos, 20 Potentiometer, 500 Schrauben, 500 Lötösen u. Rohrnieten sowie div. Kleinmaterial
netto 89.50
Schrank leer netto 37.50
Weitere Ausführungen und Aufbauschränke auf Anfrage.

DETEKTOR-ANLAGE

besteh. aus einem Radio mit Germ.-Diode, Transistor, Kopfhörer, Erdleitg., Antenne u. Bananensteckern.
brutto 28.50 netto 18.95
bei 5 St. à 15.95

do. mit Radio, Germ.-Diode ohne Transistor.
brutto 16.50 netto 11.— bei 5 St. à 9.95

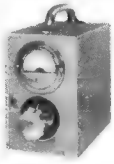
Doppelkopfhörer Stahlbügel, Plastiküberzug,
Ausführg. leicht: 1 St. netto 4.50, bei 10 St. 3.95
Ausführg. schwer: 1 St. netto 5.50, bei 10 St. 4.95

UKW-Einbausuper King 56 W
4 Rö., EAA 91, ECC 85, EF 80, EF 85, 9 Krs. 76.50

KIPP- u. DREHAUSSCHALTER
1- u. 2polig, 250 V, 2 A

Einbau-		Stück 1	10	100
Kippausschalter	1pol.	netto –.34	3.25	29.50
Kippausschalter	2pol.	netto –.53	5.10	48.–
Kippumschalter	1pol.	netto –.41	3.90	36.50
Kippumschalter	2pol.	netto –.61	5.90	55.–
Drehausschalter	1pol.	netto –.50	4.80	44.50
Drehausschalter	2pol.	netto –.95	9.20	85.50
Drehumschalter	1pol.	netto –.55	5.25	49.50
Drehumschalter	2pol.	netto 1.–	9.70	89.50

SIEMENS-Trockengleichrichter
Batterieladegerät 2–6 V, 0,6 A 9.50

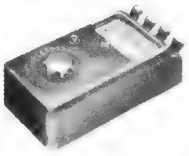


NETZSPANNUNGS-REGELGERÄT
mit 12 Regelstufen von 110–240 V f. Fernsehen, Rundfunk, Tonbandgerät, zugleich Vorschalttransformator für 110/125/220 V, Leistung 300 W, Anschlußmöglichkeit für 6 verschied. Geräte. Durch Kippschalter können 5 V zu- oder weggeschaltet werden.
netto 49.50

VM 1

= und ~ 24 Bereiche
600 V, 333 Ω per Volt
brutto 82.50

UM 3



= u. ~ 28 Bereiche, 600 V, 6 A, 200 Ω p. V.
br. 139.50

VM 2

= und ~ 28 Bereiche, 1000 Ω p. V
brutto 99.50

Verlangen Sie ausführliche Lagerlisten W 41 F mit reichhaltigen und äußerst günstigen Angeboten. Versand nur per Nachnahme ab Lager Hirschau/Opf. Netto-Preise ohne Abzug, Brutto-Preise, Rabatt auf Anfrage. Lieferung nur an Wiederverkäufer.

WERNER CONRAD · HIRSCHAU/OPF. F 12

KATHREIN
MULTIKA die Hochleistungs-Breitband-Fernsehantenne
breitbandig für Kanal 5-11 ● mit hohem Gewinn ● scharfbündelnd

ANTON KATHREIN · Rosenheim/Obb. Älteste Spezialfabrik für Antennen und Blitzschutzapparate

ROKÁ
Bola
Die zuverlässige Schnellmontage
für Rund- u. Flachkabel
DM 1.30
ROBERT KARST, BERLIN SW 29

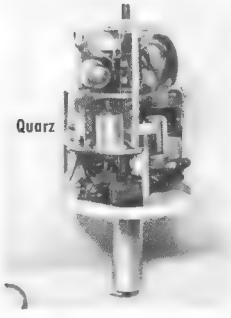
KONTAKTSCHWIERIGKEITEN?
Alle Praktiker der Hochfrequenztechnik
UKW-Technik
Fernsehtechnik
Fernmeldetechnik
Meßtechnik
kennen die Schwierigkeiten der mangelhaften Kontaktgabe an Vielfachschaltern.
CRAMOLIN hilft Ihnen
Cramolin beseitigt unzulässige Übergangswiderstände und Wackelkontakte. Cramolin verhindert Oxydation, erhöht die Betriebssicherheit Ihrer Geräte. **CRAMOLIN** ist garantiert unschädlich, weil es frei von Säuren, Alkalien und **Schwefel** ist; wirksam bis -35° C. **CRAMOLIN wird zu folgenden Preisen u. Packungen geliefert:** 1000-ccm-Flasche zu DM **24.**—, 500-ccm-Flasche zu DM **13.**—, 250-ccm-Flasche zu DM **7.50**, 100-ccm-Flasche zu DM **3.50**, je einschl. Glasflasche, sofort lieferbar, ab Werk Mühlacker. Rechnungsbeträge unter DM 20.— werden nachgenommen. (3 % Skonto).
R. SCHÄFER & CO 2 · Chemische Fabrik
(14a) MÜHLACKER · POSTFACH 44

NF-TRANSISTOREN
Leistungsverstärkung ca. 35 dB; $N_v = 50$ mW; bes. geeignet zur Empfindlichkeitssteigerung von Relais, für Demonstrationsmodelle, Tonfrequenzgeneratoren, Morse-Übungssummer, kleine Empfänger usw.
OC schwarz, $-U_{CE} = 6$ V . . . . **DM 2.95**
Auch in Subminiatur-Ausführung!
Radio-Scheck NÜRNBERG Innere Laufergasse

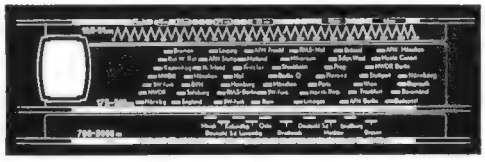
Man muß ihn kennen, den neuen ERSA 30SZ
ERSA SEIT 1921
die Weiterentwicklung des bekannten Feinlötkolbens ERSA 30/30 Watt, von dem schon über 100000 Stück in Betrieb sind?
1. Verstärkte, nach dem ERSA-VERFAHREN alitierte Kupferspitze
2. Heizkörperträger mit Nickeldrahtgewebe armiert
3. Bruchfeste, 6eckige Auflegescheibe, die das Rollen des abgelegten Lötkolbens verhindert
4. Neuer, längsgeteilter Griff mit VDE-mäßigen Anschlüssen
5. Serienmäßige Ausrüstung mit dreiadrigem Kabel und Schukostecker ... und noch immer so preiswert!
ERNST SACHS Erste Spezialfabrik elektr. Lötkolben
Berlin-Lichterfelde-W und Wertheim am Main
Verlangen Sie die interessante Liste 159 C1

Phono-Vitrinen mit Intarsien eingelegt in Rüster und Nußbaum-hell, Größe: 80 cm breit, 42 cm tief, 70 cm hoch, formschön DM 90.–
Dieselben m. 4-tourig, 10 Plattenwechsler DM 188.–
Vitrinen mit Ahornverzierung,
Größe 80 x 42 x 68 cm DM 60.–
Dieselben mit Plattenwechsler w. o. DM 173.–
Musikschränke in Rüster und Nußbaum,
Größe: 125 x 44 x 91 cm ab DM 140.–
Trudephon Tonmöbel und Einbauwerkstätte, München 9, Sachrangerstraße 7

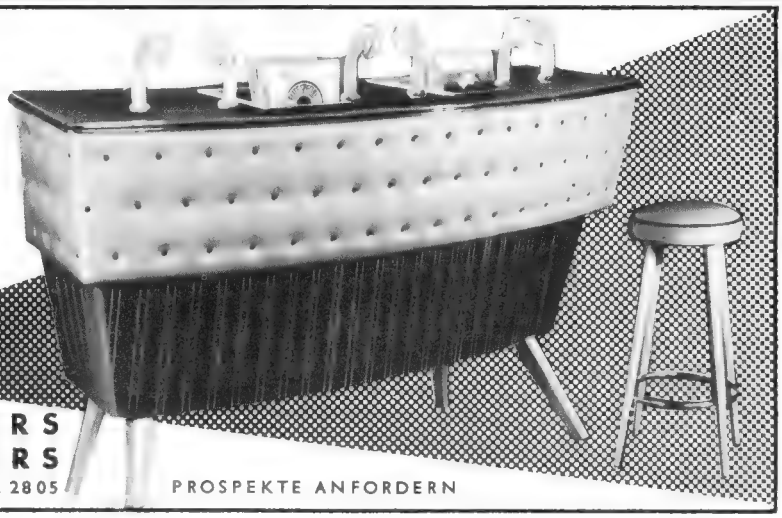
Schallplattenhändler
sind fortschrittlich, wenn sie ihr Lager mit dem »Schallplattensichtverzeichnis DBGM« aufbauen. Faßt bis zu 10000 Platten. Fordern Sie Prospekt.
Radio- und Musikhaus Walter
Nordenham (23) Postfach 51



Wieder eingetroffen!
UKW Wetter Sender-Empfänger WSE 2 „Mücke"
mit Quarz ca 26,6 MHz
Das Gerät besteht aus: a) Empfangsteil, b) Nf-Verstärkerteil, c) **Quarz**gesteuerter Senderteil, d) Ton- und Pendelgenerator
Leichtaufbau, ungebraucht, **4 neue Röhren** (2X DDD25, LS3, RL2P3, o. ä.) und ca 50 Teile (Antenne, keramische und Sikatrop-Kondensatoren, Trimmer, Widerstände, Drosseln, Spulen, Schalter usw.)
Preis: Komplettes Gerät in Originalzustand . . . . . **DM 19.50**
Ausführliche Schaltung mit Beschreibung . . . . . DM 1.95
Nur für meine „Mücke"- Käufer:
Prinzipielle Abänderungsanweisung mit Schaltung für **Fernsteuerung und Funksprecher** (Nachdruck verboten) . . . . . DM –.95
Andere Quarze (z. B. 27.12 oder 28 MHz) nur im Austausch gegen den „Mücke" Quarz . . . . . DM 14.85
Lieferung: (auch Ausland) Nachnahme oder Vorauszahlung + Porto und Verpackung
WALTER HAFNER · Augsburg 8 · Augsburger-Ecke-Kurhausstr. 2
Telefon 360978 · Postscheckkonto München 99995

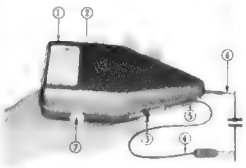

Neue Skalen für alle Geräte
BERGMANN-SKALEN
BERLIN-SW 29, GNEISENAUSTR. 41, TELEFON 663364

WÄHLZENTRALEN
für Haustelefon
für 3 bis 25 Anschlüsse ab DM 95.—
Apparate hierzu W 28 (Postnorm) à DM 17.80
Kleinanlagen mit Stromversorgung 2 bis 4 Teilnehmer zu DM 69.—, 97.— und 120.—
PRÜFHOF · UNTERNEUKIRCHEN

ETONA
Schallplattenbars
IN ALLER WELT
AUSGESTELLT AUF DER
GR. DEUTSCHEN RUNDFUNK-FERNSEH-PHONO-AUSSTELLUNG
FRANKFURT/MAIN
MS 1 1320.- mit Hocker
MS 2 825.-
MS 3 465.-

ETZEL-ATELIERS
ABT. ETONABARS
ASCHAFFENBURG · TELEFON 2805
PROSPEKTE ANFORDERN

FUNKE-Picomat

ein direkt anzeigender Kapazitätsmesser zum **direkten** Messen kleiner und kleinster Kapazitäten von unter 1 pF bis 10000 pF. Transistorbestückt. Mit eingebauten gasdichten DEAG-Akku und eingebauter Ladeeinrichtung f. diesen Prosp. anfordern!



Röhrenmeßgeräte, Oszillografen, Antennenorter, Röhrenvoltmet. m. Tastkopf (DM 169.50), usw.

MAX FUNKE K. G. Adenau/Eifel
Spezialfabrik für Röhrenmeßgeräte

KSt Regel-Trenn-Transformator

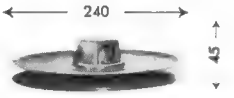
für Werkstatt und Kundendienst, Leistung: 300 VA, Pr. 110/125/150/220/240 V durch Schalter an d. Frontplatte umstellbar, Sek. 180-260 V in 15 Stufen regelbar mit Glimmlampe und Sicherung. Dieser Transformator **schaltet** beim Regelvorgang **nicht ab**, daher keine Beschädigung d. Fernsehgerätes.

Mengenrabatt auf Anfrage.

Type RG 3 Preis netto **DM 138.—**

K. F. SCHWARZ Transformatorenfabrik
Ludwigshafen a. Rh., Bruchwiesenstr. 25, Tel. 67446

DAS Weihnachtsgeschenk

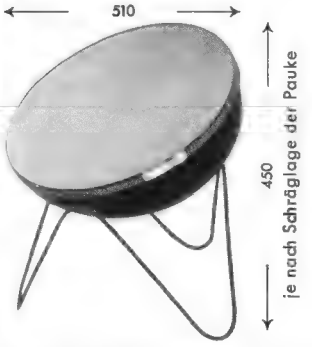


DM 43.70 brutto

Rundum abstrahlender Hochtonlautsprecher m. Druckkammersystem zum Einbau in Musiktruhen Typ RST 12

DM 75.— brutto

Typ RST 12/12 W in Tisch- bzw. Wandausführung mit Ziergitter. Farben: elfenbein, schwarz, blau, lindgrün



DM 95.— brutto

»DIE PAUKE« mit dem 5-Watt-Breitbandlautsprecher ULF 5 A als elegante Schallwand in der modernen Wohnung

Fabrikneue Markenröhren · Erste Qualität
6 Monate Garantie

AL 4	4.40	EBC 41	2.50	EF 80	2.85	PCF 82	4.—
AZ 41	1.50	EBF 11	3.—	EF 85	3.30	PCL 81	4.10
DAF 91	3.85	EBF 80	3.10	EF 86	4.—	PCL 82	4.10
DAF 96	2.85	EC 92	2.45	EF 89	3.10	PL 36	7.60
DC 96	3.35	ECC 40	3.70	EF 93	2.70	PL 81	5.90
DF 91	2.75	ECC 81	3.10	EF 94	3.20	PL 82	3.55
DF 96	2.85	ECC 82	3.10	EL 12	6.80	PL 83	3.60
DK 91	2.75	ECC 83	3.10	EL 34	7.90	PY 80	4.—
DK 92	3.15	ECC 85	3.10	EL 41	2.90	PY 81	4.30
DK 96	3.30	ECH 11	7.50	EL 84	3.05	PY 82	3.50
DL 92	2.80	ECH 42	3.—	EM 71	5.50	PY 83	3.90
DL 94	3.05	ECH 81	3.20	EM 72	6.—	UAF 42	3.—
DL 96	3.25	ECL 80	3.05	PABC 80	3.70	UBC 41	2.90
DY 86	4.30	EF 40	3.75	PCC 84	3.80	UCH 42	3.50
EABC 80	3.—	EF 41	2.80	PCC 85	3.80	UL 41	3.50
EAF 42	2.70	EF 42	3.70	PCF 80	4.25	UL 84	3.90

Gesamtes europäisches u. amerikanisches Programm
Versand per Nachnahme, frei München.
Lieferung an Wiederverkäufer
Teleka: Inh. Kaminzky, München 2
Elvirastraße 2 Tel. 60958

VITRINE mit Tonbandgerät netto DM 370.—

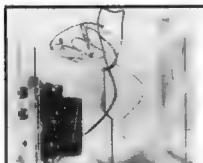
Tonband-Chassis netto **239.—**
FS- u. UKW-Kabel, wetterfest, 100 m **19.80**
Händler verlangen 20 seitigen Katalog
FRANZ HEINZE COBURG
GROSSHANDLUNG · POSTFACH 507

USA-Doppelspiel-Tonbänder!
Für jedes Bandgerät, mit Spule und Kassette

365 m	13 cm ⌀	22.80
503 m	15 cm ⌀	31.60
732 m	18 cm ⌀	44.70

Hans W. Stier
Berlin-SW 61
Friedrichstraße 231

Lautsprecher-Reparaturen
in 3 Tagen gut und billig
RADIO ZIMMER
SENDEN / Jller



Einmaliger Gelegenheitskauf!
Aus ehem. Wehrmachtsbeständ. leichter **80-m-Ballonsender** für Batterie-Betrieb. In Zelluloidgehäuse m. Batterie-Raum. Abmessung 145 x 105 x 60 mm. Bestehend aus 1 Röhre MC 1, Buxenanschlußdrähten usw. auf Perdinax-Platte montiert u. feuchtigkeitsgesch. Sämtl. Geräte ungebr., Preis p. St. DM 3.50 solange Vorrat. Auch geeignet f. Fernsteuerung. Schaltbild v. Sender DM –.60. Umbauanleitung DM –.80. Umbauanleitung f. Empfänger DM 0.80
KRÜGER, MÜNCHEN, Erzgießereistraße 29

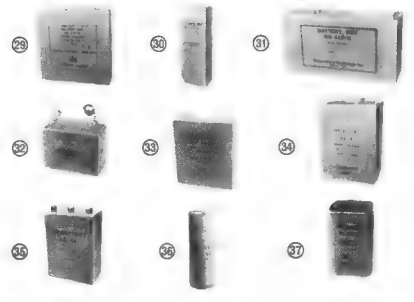
Ch. Rohloff
Oberwinter b. Bonn
Telefon: Rolandseck 289

US-SURPLUS

US-SURPLUS

8000 US-Umformer verschiedener Typen eingetroffen
H. Mittermayer
Nachrichtengeräte
München 13 · Habsburgerpl. 3

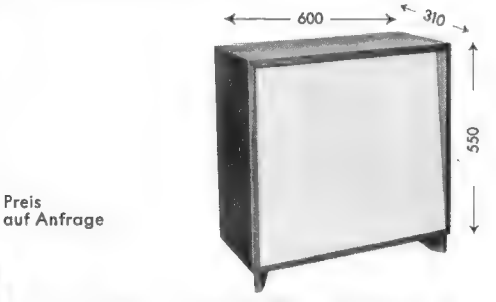
FEMEG



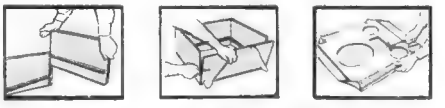
Nr. 29:	**Type 279/U**, 1,5/67,5/135/-6 V,	St. DM 6.50 2 St. DM 10.–
Nr. 30:	**Type 270/U**, 1,5/45/90/-4,5 V,	St. DM 6.80 4 St. DM 20.–
Nr. 31:	**Type 419/U**, 22,5/45/67,5/90 V,	St. DM 5.40 3 St. DM 13.–
Nr. 32:	**Type BA 2**, 22,5 V	St. DM 2.– 6 St. DM 10.–
Nr. 33:	**Type BA 403/U**, 1,5 V	St. DM 1.60 6 St. DM 7.–
Nr. 34:	**Type BA 40**, 1,5/90 V	St. DM 7.40
Nr. 35:	**Type BA 36**, 22,5/45 V	St. DM 4.80
Nr. 36:	**Type BA 23**, 1,5 V	St. DM 3.20
Nr. 37:	**Type BA 200**, 6 V	St. DM 2.60

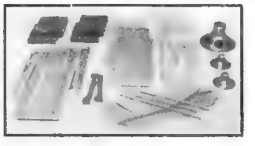
Schweizer Vertretung:
Firma Schnellmann, Scheuchzerstraße 20, Zürich 6

MÜNCHEN 2, AUGUSTENSTRASSE 16, TEL. 593535



Preis auf Anfrage





»Bau Dir selbst das Hi-Fi-Möbel« mit 1 Tieftonund 2 Hochtonlautsprechern, Frequenzumfang 40 – 18000 Hz

Mengenpreise auf Anfrage

ULTRATON

ULTRATON
HAMBURG-LOKSTEDT
Lottestraße 52

Blaupunkt

Suchen Sie eine Tätigkeit im Ausland?

Wir suchen für Werksvertretungen im europäischen Ausland und Übersee einige befähigte

RUNDFUNKMECHANIKER

mit sehr guten Kenntnissen und Erfahrung in der Rundfunk- und Fernsehtechnik. Einwandfreier Charakter und gute Umgangsformen sind mit Voraussetzung.

Bewerbungen mit handgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften erbitten wir an unsere Personalabteilung.

Blaupunkt-Werke G.m.b.H., Hildesheim

Vom Facharbeiter zum Techniker

Sechsmonatige Tageslehrgänge in den Fachrichtungen

Elektrotechnik · Hochfrequenztechnik
Maschinenbau · Betriebstechnik
Hochbau · Innenarchitektur

mit Abschluß-Examen durch Prüfungskuratorium der Industrie- und Handelskammer. Sofortige sehr gute Anstellungsmöglichkeiten.

Aufnahmebedingungen: Abgeschlossene Berufslehre oder zweijährige Praktikantenzeit.

Sechswöchiges HF-Praktikum zur Einführung von Elektrikern in die Rundfunktechnik.

PROSPEKTE DURCH DAS **Technische Lehrinstitut Weil am Rhein 103**

Lediger
Rundfunkmechanikermeister
evtl. auch mit Elektropraxis in Elektro-Radiofachgeschäft (Ausland)
per sofort gesucht.
Offerten erbeten unter Nr. 6857 F

Auf 2. Jan. 58 tüchtigen
Radio- und Fernsehtechniker
für gute ausbaufähige Position gesucht. Pers. oder schriftl. Bewerb. erbeten an **Radio-Kern,** Karlsruhe/Bd., Kaiser-/Ecke Hirschstraße

KLEIN-ANZEIGEN

Anzeigen für die FUNKSCHAU sind ausschließlich an den FRANZIS-VERLAG, (13b) München 2, Karlstraße 35, einzusenden. Die Kosten der Anzeige werden nach Erhalt der Vorlage angefordert. Den Text einer Anzeige erbitten wir in Maschinenschrift oder Druckschrift. Der Preis einer Druckzeile, die etwa 25 Buchstaben bzw. Zeichen einschl. Zwischenräumen enthält, beträgt DM 2.–. Für Zifferanzeigen ist eine zusätzliche Gebühr von DM 1.– zu bezahlen.

Zifferanzeigen: Wenn nicht anders angegeben, lautet die Anschrift für Zifferbriefe: FRANZIS-VERLAG, (13b) München 2, Luisenstraße 17.

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Werkstattleit., 27 J., verh. in ungek. Stell., Führerschein Kl. 3, perf. in FS-Rep., erfahr. im Kundendienst s. neue Tätigkeit. Wohnung Bedingung. Angeb. unter Nr. 6859 Q

Jung. Radio- u. Fernsehtechn., 18 J, Führerschein Kl. I u. III sucht neuen Wirkungskr. Ang. u. Nr. 6860 S

Suche Lehrstelle als Radio- u. Fernsehtechniker. Bin Werkzeugmach., 20 J. alt, habe gründl. theoretische und praktische Rundfunk- und Tonbandkenntnisse sowie Führerschein. Angeb. an Lentz, Berlin - Buckow II, 27. Schule, Rohrdommelweg.

VERKAUFE

Fernseh- u. Tonbandger. (neu) sehr preisgünstig abzugeben. Evtl. Tausch gegen: Kühlschrank, Küchenmasch., Akkordeon, Teppiche. Zuschr. u. Nr. 6858 N

Neuer Nordmende-Fernsehsignalgener. - FSG 957 umständeh. ca. DM 100.– unt. Listenpr. abzugeben. J. Hüster, Rundfunkfachgeschäft, Holtwick, Kreis Coesfeld/Westf.

Amerik. Antennendoppelanker-Schaltrelais für 12 + 24 V mit Silberschaltkontakt., a. keram. Platte mont. überarbeitet u. geprüft DM 11.60. **Krüger, München,** Erzgießereistraße 29

Verkaufe Rx-Radione R 3 110–220 V, 2,5...26 MHz, DM 100. Anfr. an H. Bachert, Speyer, Wormser-Straße 5.

1 Schwebungssummer, R & S, Type STI, 30 bis 20000 Hz, DM 280.–, 2 Selbstind.-Meßg., R & S, Type LRH, 0,1 µH bis 10 mH, je DM 180.-, 1 Kapazitätsmeßbrücke, R & S, Type KRH, 0 bis 0,4 µF, DM 190.- abzugeben. Dr. Ing. Ospald, Kiel, Schließfach 549.

Verk. Philips-Oszillografen GM 3152 und GM 3155, beide betriebsklar, gegen Angebot. Radio-Schmid, Markt Schwaben Nr. 12 bei München.

Tonbandamateure! Verlang. Sie neueste Preisliste über Standard- u. Langspielband, sowie üb. das neue SUPER-Langspielbd. mit 100 % läng. Spieldauer. Dr G. Schröter, Karlsruhe - Durlach, Schinnrainstr. 16.

Amerik. Vakuum - Kondensat. 50 pF, 5000 V/5 A, Preis DM 9.40. **Amerik. Morsetasten** Type J 38, St. DM 3.90. **Krüger, München,** Erzgießereistr. 29

3-cm-Meßleitung m. Sender und Oszillograf (neuwertig). Eine Michael-Meßleitung mit Motorantrieb. Teveg, München 2, Karlsplatz 11, Telefon 55 72 05.

Gelegenheit! Weg. Berufswechsel zu verk.: Teladi-Mikrofon-Anlage, kompl. mit Kondensator-Mikrof. K 500. Preis: DM 620.– (Neuwert DM 1300.–) Angeb. unt. Nr. 6861 V

1 Dimaphon m. Platten, 1 BC 221 m. Eichbuch f. Amateurbänd., 1 BC 457, 1 Plattenwechsl. zu verk. Diet. Kärger, Hailer/Gelnhausen, Am grauen Berg 4

SUCHE

Lämpchen 24 V aus ehemalig. Luftwaffenbest. ges. insbes. je 1000 Stück FL 32 269,4 – FL 32 269,2. HERB. MITTERMAYER NACHRICHTENGERÄTE, München 13, Habsburgerplatz 3.

Suche KW-Empfänger, bis 30 MHz. Angeb. unt. Nr. 6856 R

Suchen Restposten, Röhren, Fassung., P 35 usw., Quetscher, Radio-Elektro-Geräte 110 V, Telefon-Kabel 2-10adrig. TEKA, Weiden/Opf., 12.

Breitb.-Oszillograf 10 cm (Mende UO 960 bevorz.) in neuw. Zust. zu kauf. ges. Eilangeb. unter Nr. 6862 T an den Verlag.

Labor - Instr., Kathographen, Charlottenbg. Motoren, Berlin W. 35

Kaufe Röhren-Gleichrichter usw. **Heinze, Coburg,** Fach 507

Rundfunk- und **Spezialröhren** aller Art in groß. und kleinen Posten werden laufend angekauft. **Dr. Hans Bürklin, München 15,** Schillerstr. 18, Telefon 5 03 40

Meßgeräte, Röhren, EW, Stabis sowie Restposten aller Art. **Nadler, Berlin-Lichterfelde,** Unter den Eichen 115

Radio - Röhren, Spezialröhr., Senderöhren geg. Kasse zu kauf. gesucht. **Intraco GmbH.,** München 2, Dachauer Str. 112

Radio - Röhren, Spezialröhr., Senderöhr. gegen Kasse zu kauf. gesucht. **SZEBEHELY,** Hamburg-Altona, Schlachterbuden 8

Röhren aller Art kauft geg. Kasse Röhr.-Müller, Frankfurt/M., Kaufunger Straße 24

Im Raume Unna-Dortmund wird für meisterlosen Betrieb
Rundfunk- und Fernsehtechniker (Meister)
für sofort oder später gesucht, der in vorzüglich eingerichteter Werkstatt alle vorkommenden Arbeiten selbständig ausführt. Gewandtheit im Verkauf und Kundendienst erwünscht.
Übliche Bewerbungsunterlagen unter Nr. 6863 B an den Franzis-Verlag, München.

An den Tegernsee wird junger
Radio-Fernsehtechniker
baldigst gesucht. Bewerbungen mit Unterlagen an RADIO-WACHT Inh. Josef Schadl, Rottach-Egern

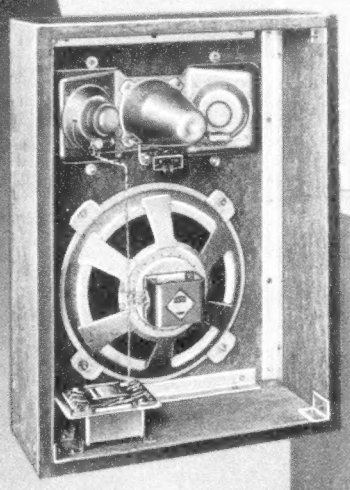
Wir stellen sofort **Ingenieure** ein
für die Entwicklung modernster elektronischer Geräte.
Dr.-Ing. PAUL E. KLEIN
Tettnang/Bodensee

Graetz FERNSEHEN RADIO
sucht für den Fernseh-Kundendienst fleißigen, jungen
KAUFMANN
mit technischen Fachkenntnissen zur Bearbeitung d. Kundenpost
Bewerber, die über einen guten Briefstil verfügen, bietet sich interessantes Betätigungsfeld. In modernem Wohnheim ist Unterkunft möglich. Ausführliche Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild sowie Angabe der Gehaltswünsche erbittet die GRAETZ KG.- Altena/Westf.

becker autoradio
Autoradiowerk Ittersbach bei Karlsruhe
stellt auch weiterhin befähigte
Rundfunkmechaniker
für Prüffeldarbeiten und Sonderaufgaben ein.
Wir bieten bei zeitgemäßer Bezahlung in gesundem Betriebsklima ein vielseitiges Tätigkeitsgebiet, sowie bei entsprechender Leistung gute Aufstiegsmöglichkeiten.
Möblierte Zimmer stehen auf Wunsch zur Verfügung.
Wir erwarten Ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen.

ISOPHON Lautsprecher

High Fidelity nach Ihrer Wahl

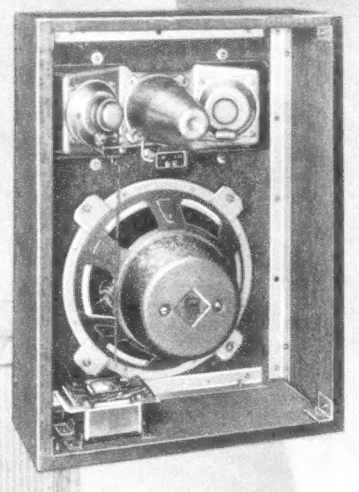


Typ K 3031

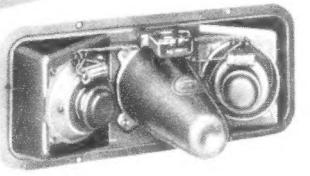
❶ Druckkammer-Hochmitteltön-Breitstrahler
Typ DHB 6/2–10
Frequenzbereich 1000–16000 Hz
belastbar: einzeln 6 Watt,
mit Tiefton bis 15 Watt
DM 96,—

❷ High Fidelity-Kombination „Druckstrahler"
Typ K 3031
Frequenzbereich 40–16000 Hz
12 Watt
DM 199,50

❸ High Fidelity-Kombination „Druckstrahler"
Typ G 3037
Frequenzbereich 30–16000 Hz
15 Watt
DM 241,—



Typ G 3037

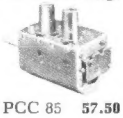


Typ DHB 6/2–10

ISOPHON-WERKE G.M.B.H., BERLIN-TEMPELHOF

Sonderangebot in original Industrie-, Rundfunk- und Fernsehbauteilen!

FT 01 Fernsehmontagechassis vorgelocht mit 14 Rö.-Fassungen, Buchsen und Lötleisten, Skalenantrieb, Skalenscheibe u. Beleuchtg. Größe 460 × 450 **21.50**



FT 02 NSF-Fernsehkanalwähler (Tuner) für Kanal 2–11 + 2 Reservekanäle, Modell 1957 kompl. geschaltet mit Röhr.: Zauberröhre E 88 CC, PCC 85 **57.50**

FT 11 Montageplatte mit Sicherungselement, Störschutzdrossel, 6 NTC-Widerstände, 2 Scheiben- und ein Rollkond. **8.50**

FT 12 Original AEG-Fernseh-Gleichrichter 220 V, 350 mA **9.75**

FT 12a dto. 220 V, 300 mA **8.75**

FT 12b dto. AEG - Rundfunkgleichr. B 250, C 75 mit Schränklappen **3.50**

FT 14a Elko 100 + 100 µF, 350 V **5.50**
FT 14b 8 µF, 350 V **1.20**
FT 14c Niedervoltelko 50 µF, 30/35 V **–.75**
FT 14d Elko 4 µF, 70/80 V **–.75**

FT 15 Orig. Preh-Einstellregl. 2 kΩ od. 3 kΩ **–.65**

FT 17 Bildröhrenfassung **1.20**

FT 18 Germaniumdiode **–.80**

FT 18a Sup. Miniatur-Flächen-Transistor, Techn. Daten ähnlich OC 340 **3.75**

FT 20 Perm.-Chassis 3,5 W, 200 mm Korb-∅ **9.50**

FT 24a Ablenkeinheit AT 1002, Ablenkung 70°, f. fast alle Fernsehröhren z. B. MW 36–22, BM 35 R–2 und MW 43–64 usw. **29.50**

FT 25 Bildröhrenhalt. für 17-Zoll-Bild-Rö. **8.50**

FT 50 Radio-Drehknopf Pollopas mit Ms-Platte u. Zierring 51 mm ∅, f. Achse 6 mm **–.95**

FT 51 desgl. 60 mm ∅ **1.20**

FT 52 Doppldrehknopf weiß mit Ms - Zierring und Platte, Oberteil 27 mm ∅, Unterteil 35 mm ∅, für Achse 4 mm u. 8 mm **–.95**

FT 54 Doppeldrehkn. braun, Oberteil 36 mm ∅, Unterteil 50 mm ∅, für Achse 6 mm **–.75**

FT 55 desgl. m. Ms-Zierring., Oberteil 42 mm ∅, für Achse 6 u. 10 mm **–.75**

FT 60 Kurzwellenbandspreizer mit Antrieb **2.50**

FT 61 Bildbreite 8, Linearitätsregl. AT 4001 **6.95**

FT 70 Abdeckgitter braun 55 × 200 mm, Paar für links und rechts **–.75**

FT 71 Metall-Abdeckung perf. 135×315 mm **–.95**

FT 72 Abdeckung Bak. braun 125×125 mm **–.45**

FT 80 Fuba 9-kHz-Sperre **–.45**

FT 81 Tigges Lautsprechermagnet NT 4 **6.50**

FT 82 Drucktastenaggregat 5 Tasten, AUS / TA / LW/MW/UKW komb. m. Klangreg.-Tasten 3 D/BASS/JAZZ/SP **7.50**

FT 83 Klangregister-Tasten ORCH. **4.50**

Werkstatt- u. Bastelsortiment im Ordnungskasten, Hartholz, 35×23, 5×11,5 cm, 8 Fächern und 2 Einsätzen mit der gleichen Einteilg. (zus. 27 Fächer)

INHALT:

100 Widerstände sortiert, ¼–4 W
100 Keram.- u. Rollkond. gut sortiert
5 Elkos, 3 Potentiometer
1000 verschied. Kleinteile, Schrauben, Muttern, Lötösen, Haltewinkel kompl. **29.50**

Ordnungskasten leer **16.95**

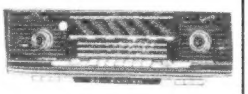
SCHALTPLAN mit Abgleichanweisung **1.50**

SORTIMENTSKÄSTCHEN aus durchsichtigem Plastics 17,5 × 9 × 4 cm mit Deckel, 10 Fächern 4,2 × 2,7 cm, 1 Fach 8,1 × 2,7 cm **3.75**

Perm.-dyn. WANDLAUTSPRECHER in formschön. Gehäuse, Nußbaum hell poliert niederohmig
2 W **18.50** 3,5 W **22.50**

HOCHLEISTUNGS - SPITZENSUPER - CHASSIS GRAETZ SYNPHONIA

21 Krs., 8 Valvo-Rö. mit 6 Monate Garantie, umschaltb. 110–240 V (UKW–K–M–L–TA), 13 Drucktasten mit Klangregister, Schwungrad-Duplex-Antrieb. **249.50**



RAUMKLANG-SCHALLGRUPPE enthält 2 perm. Breitband-Lautsprecher 6 W oval, 260×280 mm, 1 perm. Hochton u. 1 perm. Schallkompr. mit Schallrohren kompl. geschaltet mit Schallwand bespannt **64.50**

Orig.-Gehäuse, Edelholz hochgl. poliert mit Schallwand u. Bespannstoff, seitl. Lautspr.-Abdeckung, Bodenplatte, Rückwand, eingeb. UKW - Antenne 680 × 405 × 305 mm **29.50**

MARKENPRISMENGLÄSER

universal verwendbar, hochentwickeltes opt. System, vollvergütet, Präz. - Optik (Blaubelag), erh. Brillanz, Mitteltrieb, Knickbrücke, Okulareinzeleinstellung

8×30	**95.–**
8×30 Super	**109.50**
7×50	**179.50**
10×50	**225.–**
15×60	**298.–**

QUALITÄTSLEDERTASCHE

8×30 **11.50**	10×50 **16.50**
7×50 **16.50**	15×60 **18.50**

STAND-MIKROSKOP T 55 in Holzschatulle 90° neigbar, **100-, 200-, 300fache** Vergrößerung, Objektivtisch 60×60 mm, Ges.-Höhe 20 cm **49.50**

CHRISTBAUM-BELEUCHTUNG

10 Kerzen Kart. **13.95**
16 Kerzen Kart. **17.95**

kompl. anschlußfertig, weiß od. bunt ohne Heißleiter, mit einer Ersatzlampe

Aufträge unter DM 10.– können nicht ausgeführt werden.
Versand per Nachnahme zuzüglich Versandspesen.
Verlangen Sie ausführliche Liste T 15.

TEKA, WEIDEN/OPF., Bahnhofstraße 132

Indirekt geheizte
Subminiatur-Röhren

FÜR KOMMERZIELLE FUNKGERÄTE

Bei dieser neuen Typenreihe befinden sich in Subminiatur-Kolben Röhrensysteme mit einer Leistungsfähigkeit, wie sie sonst nur von Röhren mit wesentlich größeren Abmessungen erreicht wird. Weitere Vorzüge neben dem geringen Raumbedarf sind die niedrige Heizleistung und die Brauchbarkeit bis zu Frequenzen in der Größenordnung von 1000 MHz. Die neuen Subminiaturröhren sind deshalb besonders für Geräte aller Art geeignet, bei denen man mit einer sehr kleinen Zahl von Röhrentypen auskommen will.

Die Röhren 5718, 5840 und 5899 dieser Typenreihe genügen außergewöhnlich hohen Ansprüchen hinsichtlich ihrer elektrischen und mechanischen Eigenschaften und sind den amerikanischen Typen mit gleicher Bezeichnung äquivalent. Sie zeichnen sich aus durch

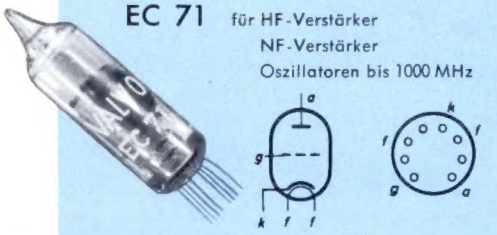
Vibrationsfestigkeit • Stoßfestigkeit • geringe Vibrations - Störausgangsspannung • hohe Heizfaden-Schaltfestigkeit • Höhenfestigkeit • hohe Isolationswiderstände • enge Toleranzen • hohe Spannungsfestigkeit zwischen Heizfaden und Katode

gemäß den MIL-Vorschriften. Ihre Verwendung ist vor allem dort angebracht, wo hohe Zuverlässigkeit trotz rauher Betriebsbedingungen verlangt wird, z. B. in Anlagen der industriellen Elektronik, der Luft- und Seefahrt und der beweglichen Funkdienste.

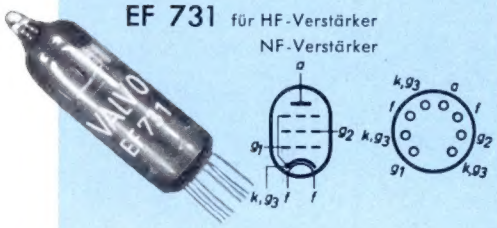
Die Röhren können mit 5 oder 38 mm langen Anschlußdrähten zum Einstecken in Fassungen (B 1 506 81) oder zum Einlöten geliefert werden. Zur Halterung und zur Wärmeabführung an das Chassis ist die Verwendung der Kühlklemme ZE 1100 erforderlich.

Wir erteilen gern weitere Auskünfte; bitte, schreiben Sie uns

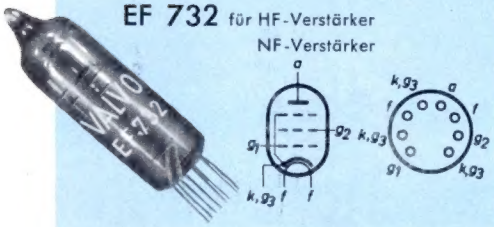
EC 71 für HF-Verstärker, NF-Verstärker, Oszillatoren bis 1000 MHz



EF 731 für HF-Verstärker, NF-Verstärker



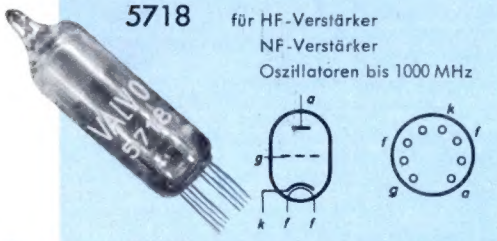
EF 732 für HF-Verstärker, NF-Verstärker



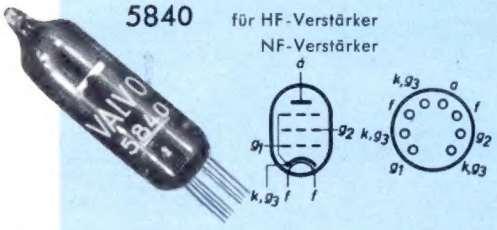
Fassung B 1 506 81

Kühlklemme ZE 1100

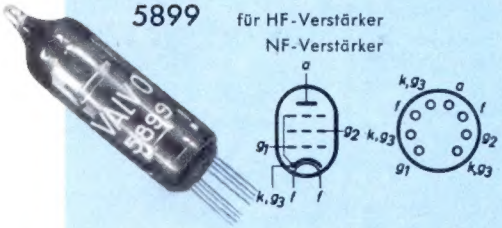
5718 für HF-Verstärker, NF-Verstärker, Oszillatoren bis 1000 MHz



5840 für HF-Verstärker, NF-Verstärker



5899 für HF-Verstärker, NF-Verstärker



		EC 71	EF 731	EF 732	5718	5840	5899	
Kenndaten	U_a =	100	100	100	100	100	100	V
	I_a =	8,5	7,2	7,5	8,5±2,5	7,5±2	7,2±2	mA
	S =	5,8	4,5	5	5,8±1	5 ±0,8	4,5±1,7	mA/V
Grenzdaten		max.	max.	max.	max.	max.	max.	
	U_a =	150	150	150	165	165	165	V
	I_k =	25	15	15	27,5	16,5	16,5	mA
	N_a =	2	1	1	3,3*	1,1	1,1	W

Heizung: 6,3 V; 150 mA (bei allen Typen)

* Bei erhöhten Ansprüchen an die Lebensdauer max. 0,9 W gemäß MIL

VALVO

HAMBURG 1 · BURCHARDSTRASSE 19

111057/175a

ZUM WEIHNACHTSFEST

macht Ihnen der FRANZIS-VERLAG wieder ein besonders günstiges Angebot. Genau zurecht zum Fest bringt er ein Buch heraus, das bei allen Radio- und Fernsehtechnikern, allen praktisch tätigen Elektronikern und nicht zuletzt auch bei den Amateuren berechtigtes Aufsehen erregen dürfte. Es ist das

TELEFUNKEN-LABORBUCH

für Entwicklung, Werkstatt und Service

400 Seiten im praktischen Taschenformat 11 x 15,5 cm, **525 Bilder**, zahllose Tabellen und Daten-Zusammenstellungen, in biegsamem, abwaschbarem Plastik-Einband **8.90 DM.**

Dieses Buch ist nach Umfang, Inhalt und Preis ein S c h l a g e r ; wer es sieht, will es besitzen. In gut lesbarer Schrift und übersichtlicher Satzanordnung bietet es eine solche Fülle technischer Unterlagen, erarbeitet in den Telefunken-Labors, bestimmt für den Funktechniker in Entwicklung, Werkstatt und Service, wie sie kaum ein zweites Mal in derart praktischer Zusammenstellung vorhanden sind. Es entstand aus der Zusammenarbeit vieler Laboringenieure, die die Resultate eigener theoretischer Überlegungen und experimenteller Arbeiten beisteuerten. Sie brachten Bekanntes, aber nicht immer Gegenwärtiges in eine zwar gedrängte, trotzdem übersichtliche und leicht verständliche Form. So vermittelt es u. a. Anregungen für die Lösung spezieller Schaltaufgaben und gibt Auskunft auf manche wichtige Frage der vielfältigen Hochfrequenz- und Nachrichtentechnik, Elektronik und Elektroakustik. 7 5 K a p i t e l bringen Auserlesenes aus Mathematik und Physik, Hochfrequenztechnik, Leitungstechnik, über UKW- und Fernsehantennen, Resonanzkreise, Bandfilter, Ela-Technik, Schallabstrahlung, Nf-Übertrager und Netztransformatoren, Röhren und Röhrenschaltungen, Empfänger- und Senderberechnungen, Ratiodetektoren, Eintakt- und Gegentaktverstärker und vieles andere, alles in n e u e s t e r , d u r c h z a h l l o s e M e ß r e i h e n u n d V e r s u c h e u n t e r m a u e r t e r D a r s t e l l u n g.

Ein echtes Laborbuch, aus der Laborpraxis entstanden, ein Helfer für die Praxis in Labor und Werkstatt!

Bitte abschneiden und im Umschlag an uns einsenden!

Hiermit bestelle ich zur **Lieferung vor Weihnachten** durch die Firma*:

.....

(Buch- oder Fachhandlung)

..... Ex. **Telefunken-Laborbuch** in Plastik **8.90 DM**

..... Ex. **Mathematik für Radiotechniker und Elektroniker** in Ganzleinen **19.80 DM**

..... Ex. **Vademekum für den Kurzwellenamateur** kart. **3.20 DM**

..... Ex. **Die Kurzwellen** in Ganzleinen **16 DM**

..... Ex. **Funktechnik ohne Ballast** in Ganzleinen **14.80 DM**

..... Ex. **Fernsehtechnik ohne Ballast** in Ganzl. **14.80 DM**

..... Ex. **Der Fernseh-Empfänger** in Ganzleinen **14 DM**

..... Ex. **Leitfaden der Radio-Reparatur** in Ganzl. **17 DM**

..... Ex. **Röhren-Handbuch** in Lumbeck-Einb. **26.80 DM**

..... Ex. **Elektronische Speisegeräte** in Ganzl. **16.80 DM**

..... Ex. **Hilfsbuch für Katodenstrahl-Oszillografie** in Ganzleinen **16.80 DM**

..... Ex. **Das Buch von der Kamera** **2.20 DM**

..... Ex. **Wege zur Farbenfotografie** **2.20 DM**

..... Ex. **Das elektronische Foto-Blitzgerät** **2.20 DM**

..... Ex. **Lehrgang Radiotechnik** in Ganzleinen **7.40 DM**

..... Ex. **Die elektr. Grundlagen der Radiotechnik** in Ganzleinen **7.40 DM**

..... Ex. **Formelsammlung für den Radio-Praktiker** in Ganzleinen **6.20 DM**

..... Ex. **Bastelpraxis** in Ganzleinen **7.40 DM**

..... Ex. **Die funktechnischen Berufe** kart. **4.20 DM**

..... Ex. **Berufskunde des Radio- und Fernsehtechnikers** kart **3.20 DM**

..... Ex. **Radio-Praktiker-Bücherei** Nr. ..... je Nr. **1.60 DM**

Zahlung:

Ich wünsche den Betrag nach Empfang der Sendung auf Ihr Postscheckkonto München *57 58* zu überweisen.

Ich wünsche die Zustellung unter spesenfreier Nachnahme.

(Nichtgewünschtes bitte streichen!)

Ich habe zur Kenntnis genommen, daß die Zahlung nach Empfang nur für Weihnachtsaufträge gilt, und bin damit einverstanden, daß der Betrag bei nicht rechtzeitiger Zahlung zuzüglich Spesen nach dem 15. 1. 1958 durch Nachnahme eingezogen wird.

* Wenn nicht besonders angegeben, liefern wir auf schnellstem und günstigstem Weg.

Genaue Anschrift umseitig! .....

Unterschrift

Die Bestellung des Telefunken-Laborbuches und weiterer Neuerscheinungen und Neuauflagen unseres Verlages wollen wir Ihnen wieder recht bequem machen. Sie erhalten rechts oben eine Bestellkarte, die Sie nur auszufüllen und einzusenden brauchen. Wenn Sie dies **sofort** tun, erhalten Sie die Bücher **garantiert bis zum 24. Dezember.** Der Betrag kann auf Wunsch nach Empfang der Sendung bezahlt werden; die Bezahlung muß jedoch spätestens bis zum 15. Januar 1958 erfolgen.

Ein rechtes Studierbuch für jeden Radiotechniker und Elektroniker ist die Neuerscheinung Dr.-Ing. FRITZ BERGTOLD

Mathematik

für Radiotechniker und Elektroniker
Preis in Ganzleinen 19.80 DM

Spezielle Begabung für Mathematik ist selten und die Neigung zur intensiven Beschäftigung mit ihr deshalb wenig verbreitet. Bei vielen Fachleuten ist die Mathematik leider denkbar unbeliebt, aber darum kaum weniger entbehrlich. Für die meisten Techniker bedeutet sie ein unvermeidliches Übel, um das sie am liebsten in weitem Bogen herumgehen würden. Alle stellen aber früher oder später fest, daß sie sich mit dieser Abneigung eine Schranke vor ihrer beruflichen Weiterentwicklung errichten, deren Überwindung schließlich entscheidend in Angriff genommen werden muß. Jedem, der eines Tages merkt, „es geht nicht mehr weiter ohne Mathematik", bietet der Verfasser als erfahrener Pädagoge eine Methode, sich auch mit geringer Vorbildung wesentliche Teile des mathematischen Rüstzeuges anzueignen. Der besondere Zuschnitt des Buches auf die Bedürfnisse des Radiotechnikers und Elektronikers knüpft nicht nur immer wieder an das berufliche Interesse des Lesers an, er bringt ihm auch schon in den ersten Kapiteln einen sofort spürbaren Gewinn. Gerade damit aber wird das Bemühen um die Vertiefung des Wissens bis zu den verwickelteren Bereichen der höheren Mathematik fast unmerklich gefördert. Es sind hier hauptsächlich auch die grafischen Methoden, denen der Funktechniker überall in der Praxis begegnet, die ihm in sehr ausführlicher Darstellung, ausgerichtet auf die praktische Anwendung, nahegebracht werden. „Nur Mut zur Mathematik, am Ende macht sie sogar noch Freude", möchte man als Motto über dieses nützliche Buch setzen.

Ein Buch, das Sie sich selbst schenken sollten, denn es bringt Sie fachlich und im Verständnis der mathematischen Zusammenhänge unserer Technik einen großen Schritt weiter. **340 Seiten** mit 266 Bildern, zahlreichen Tabellen, einer Logarithmentafel und sämtlichen Aufgaben-Lösungen.

Diesen Bestellzettel

können Sie der Buch- oder Fachhandlung übergeben, bei der Sie Kunde sind; sie wird Ihnen die Bücher meist ab Lager liefern können oder sie Ihnen schnellstens beschaffen. Sie können ihn aber auch an den Verlag einsenden, der die Lieferung der Bücher auf schnellstem und günstigstem Weg veranlaßt.

Für den Kurzwellen-Amateur brachten wir eine besonders wichtige Neuerscheinung: WERNER W. DIEFENBACH

Vademekum

für den Kurzwellen-Amateur
64 Seiten, teilweise mit nur einseitig bedruckten und heraustrennbaren Blättern,
in lackiertem Umschlag **Preis 3.20 DM**

Das „Vademekum" enthält im ersten Kapitel die internationalen Landes- und Amateur-Landeskenner, die Q-, Z- und Amateurabkürzungen und die Skalen für Lesbarkeit und Lautstärke. Im zweiten Kapitel wird eine Anleitung für den Amateurfunkverkehr in Telegrafie und Telefonie geboten. Da gewisse Schwierigkeiten beim Telefonie-Funkverkehr mit anderen Ländern und Kontinenten vorhanden sind, wenn die Gesprächspartner nicht die gleiche Sprache beherrschen, wurden Mustertexte in deutscher, englischer, französischer, spanischer und italienischer Sprache aufgenommen. Sie sind auf Tafeln übersichtlich zusammengefaßt und durch Ausdrücke ergänzt, die bei Abwandlung der Muster-Gespräche von Interesse sein können. Eine weitere Ergänzung der Fremdsprachentafeln ist die praktische Buchstabiertafel für Deutsch, Englisch-International und Amerikanisch (ARRL).

Wer sich der funksportlichen Betätigung zuwendet und Diplome erwerben möchte, findet in der Tabelle der wichtigsten internationalen Diplome der Welt wertvolle Angaben. Berücksichtigt wurden auch die „Hör-Diplome", die an Empfangsamateure ausgegeben werden. Wer deutsche Diplome erringen will, kann mit den Distrikts- und Ortsverbands-Kennern der DARC-Ortsverbände und den Kennbuchstaben der DM-Bezirke die notwendigen Vorarbeiten leisten. An den Techniker wenden sich weitere Tafeln über KW-Antennen und deren Anpassung, über Standardschaltungen aus den Gebieten der Empfangs-, Sender- und Meßtechnik und über wichtige Formeln.

Dazu das große KW-Standardwerk für Amateure:
Dipl.-Ing. F. W. BEHN und WERNER W. DIEFENBACH

DIE KURZWELLEN

Eine Einführung in das Wesen und in die Technik.
4. Auflage. 256 Seiten mit 337 Bildern
und zahlreichen Tabellen,
Preis in Ganzleinen 16 DM

Diese Bestellkarte

bitte abtrennen und, falls keine 7-Pf-Marke zur Hand, unfrankiert einsenden.

Bitte verwenden Sie diese Karte auch zur Bestellung Ihrer

FUNKSCHAU-Einbanddecken u. Sammelmappen

Wir fertigen in diesem Jahr:

Schmale Einbanddecken, passend für den kompletten Jahrgang 1957, jedoch nur den Hauptteil umfassend, also ohne die äußeren Anzeigen- und Nachrichtenseiten und ohne den Umschlag.

Breite Einbanddecken, passend für den kompletten Jahrgang 1957 mit sämtlichen Seiten, also auch mit den Anzeigen- und Nachrichtenseiten und mit Umschlägen.

Preis der Einbanddecken je **3.60 DM** zuzüglich 70 Pf Versandkosten.

Sammelmappen für die Aufnahme von 12 Heften (ein halbes Jahr) in Ganzleinen mit Stäbchen-Mechanik und Goldprägung **Preis 6 DM** zuzügl. 70 Pf Versandkosten.

Als FUNKSCHAU-Leser bestelle ich ferner folgende Einbanddecken bzw. Sammelmappen:

_____ Ex. **Einbanddecke 1957 schmal**

_____ Ex. dsgl. **breit** Preis je Einbanddecke **3.60 DM** zuzügl. 70 Pf Versandkosten

_____ Ex. Sammelmappe, Preis **6 DM** zuzügl. 70 Pf Versandkosten

Genaue Anschrift des Bestellers:

Vor- und Zuname

Beruf*)

Ort

Straße

Beschäftigt bei*)

*) Braucht nur angegeben zu werden, wenn keine Nachnahmesendung gewünscht wird.

BÜCHERZETTEL

Wenn keine Freimarke zur Hand, bitte unfrankiert in den Kasten werfen

An den Franzis-Verlag

(13b) MÜNCHEN 2

Karlstraße 35

Für Foto-Liebhaber

empfehlen wir folgende Technikus-Bücher zum Preise von je **2.20 DM:**

- **Das Buch von der Kamera**
  Von Herbert G. Mende
  96 Seiten mit über 35 Bildern
- **Wege zur Farbenfotografie**
  2. Auflage. Von Heinrich Kluth
  96 Seiten mit 23 Bildern und 2 Farbtafeln
- **Das elektronische Foto-Blitzgerät**
  Von Gerd Bender
  96 Seiten mit 41 Bildern und 7 Tabellen

Die FRANZIS-Standardwerke

Ingenieur OTTO LIMANN
Funktechnik ohne Ballast
Einführung in die Schaltungstechnik der Rundfunk- und UKW-Empfänger
4. Auflage. 208 Seiten mit 393 Bildern und 7 Tafeln.
Preis in Ganzleinen **14.80 DM**

Ingenieur OTTO LIMANN
Fernsehtechnik ohne Ballast
Einführung in die Schaltungstechnik der Fernsehempfänger
220 Seiten mit 252 Bildern, Preis in Ganzleinen **14.80 DM**

Dr. RUDOLF GOLDAMMER
Der Fernseh-Empfänger
Schaltungstechnik, Funktion und Service
2. Auflage. 184 Seiten mit 275 Bildern und 5 Tabellen
Preis in Ganzleinen **14 DM**

Dr. ADOLF RENARDY, Rundfunkmechanikermeister
Leitfaden der Radio-Reparatur
288 Seiten mit 147 Bildern und 14 Tabellen, Preis in Ganzleinen **17 DM**

Ingenieur LUDWIG RATHEISER
Röhren-Handbuch
2. Auflage. 320 Seiten Großformat 22 x 30 cm mit rund 2600 Bildern, davon 820 Textbildern, 1500 Sockelschaltungen und 360 Röhrentafeln sowie 21 Tabellen, Preis in Lumbeck-Bindung **26.80 DM**

Dr. KARL STEIMEL
Elektronische Speisegeräte
Eine Einführung in den Komplex der Stabilität und der Stabilisierung elektronischer Spannungs- und Stromquellen
246 Seiten mit 116 Bildern, Preis in Ganzleinen **16.80 DM**

Neuauflage Herbst 1957
Ingenieur HEINZ RICHTER
Hilfsbuch für Katodenstrahl-Oszillografie
3. Auflage. 256 Seiten mit 297 Bildern, darunter 111 Oszillogramm-Aufnahmen, und 19 Tabellen, Preis in Ganzleinen **16.80 DM**

Die beliebten Ganzleinentaschenbände

FERDINAND JACOBS
Lehrgang Radiotechnik
Taschen-Lehrbuch für Anfänger und Fortgeschrittene
4. Auflage. 256 Seiten mit 220 Bildern und vielen Tabellen
Preis in Ganzleinen **7.40 DM**

Ingenieur KURT LEUCHT
Die elektrischen Grundlagen der Radiotechnik
Taschen-Lehrbuch für Fachunterricht und Selbststudium
2. Auflage. 256 Seiten mit 159 Bildern, 143 Merksätzen und 310 Erkenntnisfragen, Preis in Ganzleinen **7.40 DM**

Dipl.-Ing. GEORG ROSE, Rundfunkmechanikermeister
Formelsammlung für den Radio-Praktiker
3. und 4. Auflage. 160 Seiten mit 170 Bildern, Preis in Ganzleinen **6.20 DM**

WERNER W. DIEFENBACH
Bastelpraxis
Taschen-Lehrbuch des Radio-Selbstbaues
256 Seiten mit 266 Bildern und vielen Tabellen
Preis in Ganzleinen **7.40 DM**

Zwei wichtige Bücher zur Berufskunde:

Alle Berufsarten behandelt das Buch:
Die funktechnischen Berufe
Ausbildungsgänge und Ausbildungsmöglichkeiten in der Hochfrequenztechnik und Elektronik. Von HERBERT G. MENDE.
88 Seiten, 10 Bilder und 8 Tabellen, Preis **4.20 DM**

Die handwerklichen Berufe behandelt:
Berufskunde des Radio- und Fernsehtechnikers
Vom Lehrling zum Meister. Von Dipl.-Ing. GEORG ROSE
144 Seiten mit 2 Tafeln, Preis **3.20 DM**

Bitte beachten Sie unsere Bücheranzeige auf Seite 1084
Eine große Auswahl an aktuellen Fach- und Taschenbüchern aus der Radio- und Fernsehtechnik finden Sie in unseren ausführlichen Verzeichnissen, die wir Ihnen gern kostenlos zusenden.

Fachbücher, die Sie für Ihren Beruf benötigen, sind steuerlich absetzbar. Deshalb kaufen Sie noch im Dezember 1957! Bitte machen Sie von der Steuervergünstigung — sei es als Werbungskosten, sei es als Betriebsausgaben — für Fachbücher Gebrauch!